

# DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

28, boulevard Raspail, Paris-VII<sup>e</sup>

## SOMMAIRE

	SERVICE
13. V. ROMANOVSKY, <b>Recherches sur les propriétés physiques des sédiments meubles</b> (Sols et Fondations, n° 1). . . . .	A B
14. C. CAMERMAN, <b>Sur les cas d'altération des pierres de taille par les fumées</b> (Technique générale de la Construction, n° 2). . . . .	A B
15. DOCUMENTATION TECHNIQUE, n° 16. . . . .	A B
16. UN MANUEL FRANÇAIS DE LA CHARPENTE EN BOIS, n° 1. . . . .	A B
17. DUHOUX et VALLETTE, <b>Les cintres en bois pour ouvrages d'art</b> (Manuel de la Charpente en bois, n° 2). . . . .	A B
18. DUHOUX et VALLETTE, <b>Les cintres en bois pour ouvrages d'art. Annexes</b> (Manuel de la Charpente en bois, n° 3). . . . .	A B
19. KÉRISEL, <b>Point actuel de la reconstruction; ses perspectives d'avenir</b> (Questions générales, n° 2). . . . .	A B

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES  
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE  
28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS (VII<sup>e</sup>)

LABORATOIRES DU BATIMENT  
ET DES TRAVAUX PUBLICS  
12, RUE BRANCION, PARIS (XV<sup>e</sup>)

BUREAU SECURITAS  
9, AVENUE VICTORIA, PARIS (IV<sup>e</sup>)

CENTRE D'INFORMATION ET DE  
DOCUMENTATION DU BATIMENT  
100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS (VI<sup>e</sup>)



Le service des Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics est réservé à ses adhérents (conditions d'adhésion et liste des conférences de la Session sur demande).

**Le Service complet A** comprend tous les fascicules qui paraîtront en 1948 dans toutes les séries.

**Le Service réduit B** comprend les fascicules ayant trait aux questions de résistance des matériaux théorique et expérimentale, de construction métallique, de travaux publics et d'ouvrages d'art, de liants hydrauliques, de béton, de béton armé, de béton précontraint, de matériel de chantier, et les fascicules où paraissent les différents chapitres du Manuel du Béton armé, du Manuel de la Charpente en bois et du Manuel de la Construction métallique.

**Le Service réduit C** comprend les fascicules ayant trait aux questions d'architecture, de matériaux, d'équipement technique (électricité, chauffage et ventilation, froid, acoustique, plomberie), et d'aménagement intérieur.

Les services réduits B et C comprennent tous les deux les fascicules ayant trait aux questions de géologie, de sol et fondations, de maçonnerie, de charpente en bois, de couverture et étanchéité, de documentation technique, d'hygiène et sécurité, aux questions économiques et aux questions générales.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, se basant sur l'expérience des sept dernières années et mettant à profit les critiques de ses adhérents, change la présentation de ses publications.

La répartition en série est désormais la suivante :

**ARCHITECTURE ET URBANISME — TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION — THÉORIES  
ET MÉTHODES DE CALCUL — ESSAIS ET MESURES**

**SOLS ET FONDATIONS — GROS-ŒUVRE — CONSTRUCTION MÉTALLIQUE — TRAVAUX PUBLICS**

**MATÉRIAUX — LIANTS HYDRAULIQUES — BÉTON. BÉTON ARMÉ — BÉTON PRÉCONTRAINTE**

**ÉQUIPEMENT TECHNIQUE — AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR — MATÉRIEL DE CHANTIER —  
QUESTIONS GÉNÉRALES — DOCUMENTATION TECHNIQUE**

**MANUEL DU BÉTON ARMÉ — MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS — MANUEL DE LA  
CONSTRUCTION MÉTALLIQUE**

Chaque série est caractérisée par une couleur qui permet un classement facile.

La numérotation se fait par série. Elle ne sera pas forcément continue pour les services réduits B et C.

Les fascicules de chaque livraison sont adressés sous une couverture en papier fort, qui retournée, peut servir à rassembler les fascicules par série.

Le sommaire donné sur la couverture a trait à l'ensemble des fascicules et mentionne leur répartition suivant les services réduits B et C, afin de permettre aux adhérents à ces services d'avoir connaissance des titres des fascicules qu'ils ne reçoivent pas et de se procurer ceux qui les intéressent.



## SOLS ET FONDATIONS, N° 1

# RECHERCHES SUR LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SÉDIMENTS MEUBLES

Par **M. Vsevolod ROMANOVSKY**, Ingénieur-Docteur.

## SOMMAIRE :

	Pages.		Pages
INTRODUCTION.....	2	CHAPITRE IV	
CHAPITRE PREMIER		Viscosité.....	17
Assemblage des particules dans les sédiments naturels et artificiels.....	4	CHAPITRE V	
CHAPITRE II		Perméabilité.....	19
Rigidité.....	9	CONCLUSION.....	30
CHAPITRE III		BIBLIOGRAPHIE.....	32
Thixotropie.....	14		

*Reproduction interdite.*



## INTRODUCTION

J'ai été amené à entreprendre l'étude des propriétés physiques des sédiments meubles par mes recherches antérieures sur les sols polygonaux. De retour du Spitzberg, j'ai été conduit à définir les propriétés physiques des échantillons de sols provenant de ces formations polygonales dues au gel. Intéressé par ces propriétés physiques peu connues, j'ai entrepris, au Laboratoire de Géographie Physique de la Faculté des Sciences de Paris, sous la direction de M. Jacques BOURCART, un travail dont cette thèse constitue le résultat. Ce travail rentre dans le cadre des recherches antérieures, effectuées au laboratoire, par une équipe de chercheurs travaillant sous la direction de celui-ci.

A l'origine, j'avais pensé étudier toutes les propriétés physiques de tous les sédiments meubles, mais devant l'ampleur de ce programme, j'ai dû le réduire considérablement et éliminer successivement les argiles puis les sédiments calcaires. Les premières ont déjà été très étudiées : elles ont même des revues spéciales; tandis que les seconds intéressent les pédologues qui leur ont consacré de nombreux travaux.

Les sables et les vases, par contre, étaient très peu connus et leurs propriétés physiques mal déterminées, aussi, je me suis limité à ces deux sédiments en englobant tous les matériaux qui, se plaçant entre ces deux sédiments, contiennent des pourcentages variables de l'un ou de l'autre d'entre eux.

Il me fut également impossible de définir toutes les propriétés physiques de ces sédiments. Je me suis borné à quatre propriétés fondamentales : rigidité, thixotropie, viscosité et perméabilité. L'étude de ces propriétés exigeait la connaissance de l'assemblage des particules au sein de ces matériaux : aussi le premier chapitre est-il consacré à ce sujet.

L'absence d'appareils adaptés à l'étude de ces ensembles m'a obligé à concevoir et à réaliser au cours des recherches, des montages spéciaux simples et robustes. Ainsi a été réalisé le *rigidimètre* B. F. R., le viscosimètre à chute de bille et le *perméabilimètre* à basse et haute pression.

Dans la suite de ce travail, les chiffres concernant les argiles ou les sédiments calcaires ne seront donnés qu'à titre comparatif.

Les sédiments naturels étant toujours très complexes et très hétérogènes j'ai été obligé, afin de mieux saisir les mécanismes de ces phénomènes, d'utiliser des matériaux artificiels, constitués par une ou deux *phases*, de manière à ne faire jouer, dans les expériences, qu'un ou deux facteurs à la fois. Commencant par des ensembles artificiels simples je suis ensuite passé aux sédiments naturels.

Avant de continuer cet exposé, il semble utile de préciser quelques notions anciennes ou nouvelles sur la granulométrie :

Un sédiment est toujours formé de grains de diamètre différent. Il est souvent nécessaire de séparer les grains suivant leur taille et de donner un nom à chacune des fractions ainsi définies.

Plusieurs classifications ont été préconisées. Il ne me semble pas utile de les énumérer ici. Certains auteurs ont donné aux fractions des noms tels que, limons, argiles, schlamms, mô, etc., confondant ainsi la simple granulométrie avec la nature ou l'origine des matériaux. On voit encore, à l'heure actuelle, beaucoup de géologues, appeler « argile » des poudres ou des précolloïdes qui ne contiennent pas un seul grain d'argile ou bien intituler « argile » des bancs de vase. L'argile a son sens strictement minéralogique qu'il ne faut pas confondre avec une notion dimensionnelle.

La classification, telle qu'elle a été définie par J. BOURCART (1), est très commode. Elle est logique et repose sur un faisceau de propriétés qui présentent des discontinuités pour les limites entre les diverses fractions. Je la reproduis intégralement avec les définitions dues à cet auteur.

Cette classification est celle qui a été adoptée dans le cours de ce travail.

Cailloux ou ballast .....	> 2 mm
Sables .....	< 2 mm > 0,02 mm
Poudres .....	< 0,02 mm > 0,001 mm
Précolloïdes (suspensoides)	< 0,001 mm > 0,0001 mm
Colloïdes.....	< 0,0001 mm

Les différentes fractions sont caractérisées par les propriétés suivantes :

Cailloux : régime turbulent dans les canaux dans le cas de filtration, la transmission des pressions est instantanée, les boues et les vases peuvent pénétrer par simple gravité.

Sables : régime laminaire dans les canaux, retard plus ou moins important dans les transmissions des pressions, les boues et les vases ne pénètrent dans les pores que par pression ou par agitation mécanique, le pouvoir adsorbant est très faible, formation de ripple-marks, perméabilité importante.

Poudre : thixotropie très nette, pas de formation de ripple-marks, pouvoir adsorbant très important, pas de mouvements browniens, perméabilité très faible.

Précolloïdes : thixotropie très importante, imperméables à l'eau, grand indice de plasticité, pouvoir adsorbant considérable, existence de mouvements browniens.

Colloïdes : propriétés connues des colloïdes classiques.

J. BOURCART appelle « phase » chacun de ces termes ainsi défini car chaque phase forme un ensemble homogène à l'échelle considérée.

(1) Les numéros renvoient à la bibliographie à la fin du mémoire.



Lorsqu'un matériau ne contient que des grains appartenant à une seule phase, il est appelé *monophasé*. S'il possède des grains appartenant à plusieurs phases, il est appelé *polyphasé*. Lorsqu'un matériau ne contient que des grains ayant tous le même diamètre, il est appelé *monodispersé*; dans le cas contraire, on lui donne le nom de *polydispersé*. Dans la nature, tous les sédiments sont polydispersés, mais certains, exceptionnellement, peuvent être monophasés.

Il a été fabriqué artificiellement des matériaux monodispersés. La méthode employée était différente suivant la phase granulométrique dans laquelle on se trouvait. Les cailloux ne furent jamais utilisés. Les plus grosses particules étudiées commençaient à la phase sableuse. Pour l'obtention d'un sable monodispersé, j'ai fait appel au procédé du tamisage, conservant la fraction entre deux tamis consécutifs. Pour obtenir des poudres, il était indispensable d'éliminer d'abord les sables, ce qui se faisait par tamisage au tamis le plus fin (n° 300, distance entre les mailles : 47  $\mu$ ).

Si je désirais obtenir des poudres, entre des limites plus étroites (entre 5 et 7  $\mu$  par exemple), il était indispensable de faire appel à la méthode de la sédimentation, par application de la formule de STOKES. L'expérience a montré que l'erreur sur l'application de cette formule à des grains non parfaitement sphériques (notion de *sphères équivalentes*) pouvait être considérée comme très faible. Après chaque séparation, la grosseur des grains était vérifiée au microscope.

J'ai eu rarement à obtenir des précolloïdes ou des colloïdes; dans ce cas, je me suis servi de l'hydrate ferrique ou de la silice colloïdale. De cette façon, je me trouvais en possession de matériaux appartenant à trois phases : sables (obtenus par tamisage à partir des sables naturels purs, tel que le sable de Fontainebleau par exemple), poudres (obtenues par sédimentation à partir de poudre de quartz du commerce), précolloïdes et colloïdes (rarement argile, le plus souvent hydrate ferrique et silice colloïdale).

J'ai dû quelquefois préparer des matériaux appelés semi-artificiels obtenus en mélangeant un matériau monodispersé artificiel avec un matériau naturel : ainsi des mélanges formés de sable et de vase, cette dernière passant au tamis 300 était considérée comme homogène. Ils ont principalement servi à des mesures de perméabilité.

Les matériaux artificiels ont été étudiés soit à l'état monodispersé, soit sous forme de mélange à deux ou trois phases. Sur les échantillons ainsi obtenus, j'ai fait varier un ou deux facteurs; mais la méthode la plus commode consiste à n'utiliser qu'une seule phase et à ne faire varier qu'un seul facteur, ce qui aboutit à des représentations graphiques à deux variables facilement figurées en plan (2).

Dans le domaine pratique, la grosse difficulté réside dans l'obtention d'un bon mélange. Il faut d'abord disperser convenablement, dans l'eau, la fraction la plus fine et détruire tous les agrégats qui peuvent se former; à cet effet, j'ai utilisé un secoueur de flacon pendant quelques heures. Si le matériau à préparer est constitué de plusieurs phases, on les incorpore successivement, on continue à agiter et on laisse ensuite déposer. Dans le dépôt ainsi obtenu, les différentes fractions se sont évidemment déposées par ordre de grosseur, ce qui ne donne pas un maté-

riau homogène. A l'aide d'un siphonage ou d'une pipette, l'eau surmontant le dépôt est enlevée et on agite le dépôt à l'aide de l'agitateur électrique à ailettes pendant encore quelques heures. Après ces deux traitements, on obtient un matériau parfaitement homogène.

Si, pour les matériaux artificiels, les manipulations sont relativement simples, il n'en est pas de même pour les échantillons naturels surtout si ceux-ci arrivent au laboratoire ayant perdu, au cours du voyage, une partie de leur eau. Dans ce cas, il faut immerger cet échantillon dans l'eau et l'y laisser quelques jours. Pendant ce laps de temps, l'échantillon s'imbibe d'eau et retrouve sa teneur en eau initiale. Il faut pourtant remarquer que cette méthode n'est pas valable pour les échantillons parfaitement imperméables.

La teneur en eau est une caractéristique très importante d'un matériau naturel ou artificiel; aussi est-il utile de préciser la manière dont on fait cette mesure. On prélève une certaine quantité de matériau humide, elle est pesée et mise, pendant 24 h, à l'étuve à 110°. Au bout de ce temps et, après un passage de quelques heures dans un dessiccateur à acide sulfurique, elle est pesée à nouveau. La différence des pesées donne la teneur en eau; celle-ci est exprimée par rapport au poids sec, ce qui donne quelquefois des valeurs supérieures à 100 %. Pour fixer les idées, les sables ont des teneurs en eau de 40 %, les poudres de 60 à 70 %, les vases naturelles peuvent atteindre des valeurs allant jusqu'à 350 %.

Lorsqu'un matériau arrive au laboratoire complètement desséché, il est pourtant nécessaire de savoir quelle était sa teneur en eau naturelle, on peut alors remplacer cette valeur par une autre, toute empirique, obtenue de la manière suivante : le matériau est délité dans l'eau puis dispersé pendant 7 h à l'agitateur électrique à ailettes, il est ensuite laissé au repos pendant 24 h. Au bout de ce temps, le matériau définitif se sera complètement déposé et tassé. On mesure alors la teneur en eau de ce dépôt qu'on appelle la « teneur en eau sous tassement libre » (sous l'eau).

L'expérience prouve que cette teneur en eau peut varier d'environ 10 % par rapport à la teneur en eau naturelle. C. FRANCIS-BŒUF (3) a publié des résultats qui confirment mes expériences en cette matière.

Pour effectuer les diverses mesures dont il sera question dans ce travail, il est indispensable d'opérer sur des matériaux très frais pour éviter les modifications toujours possibles dues à l'activité bactérienne, l'oxydation de surface et surtout la perte d'eau par évaporation. Il faut également éviter d'utiliser des matériaux remaniés, c'est-à-dire desséchés puis dispersés de nouveau dans l'eau. Quand on est obligé d'utiliser des matériaux remaniés, il faut éviter de les dessécher à plus de 50°, car l'étuve à 110° amène des carbonisations et d'autres perturbations au sein de la vase. Le remaniement peut être acceptable pour les sables et pour les matériaux artificiels relativement grossiers mais il est inadmissible pour les vases et pour tous les sédiments qui contiennent des pourcentages, même faibles, de matière organique.

Pour certaines catégories de mesures, il est indispensable d'éliminer complètement l'air qui se trouve toujours, en quantité relativement importante, dans les sédiments naturels. Si on effectue, par exemple, une mesure destinée



à déterminer le poids spécifique des particules qui constituent le sédiment, il est nécessaire de chasser l'air qui aurait pour effet de fausser les résultats. On fait bouillir l'échantillon pendant plusieurs heures pour obtenir le départ de l'air.

Pour des mesures granulométriques par sédimentation, il est également utile de se débarrasser de l'air qui modifie la densité et diminue la vitesse de chute.

Lorsqu'on se trouve en présence d'un échantillon frais

dont on va mesurer les caractéristiques physiques, il est indispensable de connaître : 1° le lieu exact où il a été recueilli; 2° la formation géologique sous-jacente; 3° la profondeur à laquelle il a été prélevé.

Dans la mesure du possible, j'ai toujours essayé de recueillir moi-même les échantillons car l'observation du lieu et des conditions locales de dépôt peuvent fournir certains renseignements utiles pour la suite des essais.

## CHAPITRE PREMIER

### ASSEMBLAGE DES PARTICULES DANS LES SÉDIMENTS NATURELS ET ARTIFICIELS

Lorsqu'on disperse un sédiment dans un liquide, il se sédimente; autrement dit, il se dépose au bout d'un temps plus ou moins long. Le dépôt ainsi obtenu possède un certain volume qui sera exprimé par rapport au poids sec de l'échantillon considéré. Le volume d'un tel dépôt va dépendre de plusieurs facteurs, les uns inhérents au liquide, les autres aux particules qui constituent le dépôt. Dans la suite de ce chapitre, je vais essayer de définir le rôle et l'importance de chacun de ces facteurs.

Il est bien entendu que l'étude de l'assemblage des particules, dans les sédiments naturels et artificiels, ne constitue pas le fond de ce travail. J'ai simplement voulu définir dans ce chapitre les différents facteurs qui concourent à modifier cet assemblage dans la mesure où cette modification aura des répercussions dans le domaine des recherches sur la rigidité, la thixotropie, la viscosité et la perméabilité.

#### Historique.

A ma connaissance, la plus grande partie des travaux sur l'assemblage des particules se rapporte aux argiles que nous avons laissées de côté.

Peu de recherches ont trait aux particules siliceuses, les seules qui nous intéressent ici (4).

Il faut pourtant mentionner le travail de TRAMM (1928) (5). Celui-ci conclut que les poudres de mica gonflent dans l'eau beaucoup plus que les poudres de quartz de même dimension. Il avait fabriqué des poudres de granite et il constata que celles-ci gonflaient dans l'eau.

Ce gonflement serait dû, selon lui, à la présence du mica.

M. LÉPINE (1941) (6) définit les diverses méthodes de séparation et donne les propriétés physiques de chaque phase.

Il faut citer l'importante note de J. BOURCART (1941) (1) dans laquelle il donne une classification raisonnée des matériaux meubles. Je ne reviendrai pas sur cette classification qui a été résumée dans l'introduction. Dans la suite de ce chapitre, et d'ailleurs dans tout ce travail, j'ai adopté la terminologie et la classification de J. BOURCART qui me semble être celle qui se rapproche le plus des phénomènes réels.

#### Appareillage.

Pour la mesure de l'assemblage, l'appareillage est très rudimentaire. Il suffit de posséder une série d'éprouvettes graduées dans lesquelles on mesure le volume apparent du dépôt.

Pour obtenir des poudres débarrassées d'ions, il est indispensable d'utiliser un électrolyseur. Cet appareil permet d'éliminer les ions dans un liquide ou dans une suspension. L'appareil étant classique, il est inutile de le décrire ici. Il est également indispensable de posséder un agitateur à entraînement électrique. Il sera pourvu d'une tige en verre à ailettes. Un secoueur de flacons est également utile.

#### Théorie.

Lorsqu'on regarde de près un dépôt on s'aperçoit rapidement que les particules qui le composent peuvent être associées de trois manières différentes.

Auparavant, il semble utile de voir ce que devient une petite particule quand elle est plongée dans un liquide. La particule étant immergée, sa surface se recouvre d'une mince pellicule de liquide qui se colle littéralement à la surface et fait partie intégrante de cette particule. On dit que la particule adsorbe (7). L'épaisseur de cette couche appelée couche de solvation varie peu avec la taille de la particule, aussi son influence sur le volume du dépôt sera-t-elle beaucoup plus importante pour les fines particules que pour les grains de sable. Il semble possible d'affirmer que la couche de solvation est formée par plusieurs couches adsorbées par la particule. Il est donc évident que la couche de solvation n'a aucune influence sur le comportement des cailloux, que son influence sera faible pour les sables, mais importante pour les poudres et vraisemblablement prépondérante pour les précolloïdes et les colloïdes. Pour les grosses particules, la couche de solvation n'augmentera pas sensiblement le diamètre du grain, tandis que pour les poudres et les précolloïdes le diamètre peut être accru d'un pourcentage allant au delà de 100 %. C'est là un effet de surface. La présence de l'air enrobant les particules a pour résultat d'augmenter la couche de solvation.



Si, pour l'ensemble du dépôt, on multiplie la surface d'un grain par le nombre de ceux-ci, on obtient une *surface totale*. Dans un même volume de dépôt, la surface totale est plus grande pour un système formé de petites particules que pour un système formé de grosses particules de même forme.

La surface totale est inversement proportionnelle au rayon des particules, considérant que celles-ci peuvent être, dans certains cas, assimilées à des sphères. Les effets de surface sont donc d'autant plus importants que les particules sont petites. Elles augmentent lorsque le rayon diminue. En réalité, il semble que cette croissance est plus rapide si on tient compte des dimensions relatives du rayon  $r$  et de l'épaisseur  $e$  de la couche de solvation ( $e$  étant indépendant de  $r$ ). Le rapport  $\frac{e}{r}$  est d'abord plus petit que l'unité, puis, à mesure que les particules diminuent,  $\frac{e}{r}$  croît et prend une valeur supérieure à l'unité.

Je considérerai toujours, dans la suite de ce travail, les particules, comme inertes et sans influence sur la couche de solvation. En réalité : même pour des particules de quartz ( $\text{SiO}_2$ ) il se produit des réactions chimiques, mais elles sont négligeables par rapport aux actions physico-chimiques ou purement physiques dues au dispersant.

Il est évident que les particules que j'aurai à étudier ne sont pas de forme sphérique. Le quartz (sous forme de sable ou de poudre), le calcaire pulvérulent, l'émeri peuvent être assimilés à des grains sphériques. Mais les talcs et micas ne peuvent, en aucune manière, supporter une telle simplification. Ce sont des lamelles qui ont un comportement tout à fait particulier.

Les particules anguleuses de forme quelconque, mais n'ayant pas une dimension privilégiée dans un sens (quartz, calcaire, émeri), peuvent être d'autant plus facilement assimilées à des sphères que leur couche de solvation est plus épaisse. En effet, pour des particules de cette nature, la couche de solvation qui entoure chaque grain le transforme en une sphère par atténuation des arêtes et des creux.

Si on exclut les effets chimiques de la particule sur la couche de solvation ou vice versa, on peut affirmer que l'épaisseur de la couche de solvation est indépendante de la nature du grain. L'expérience vérifie cette affirmation. Si, à première vue, certains résultats semblent infirmer cette constatation, il faut imputer ces irrégularités à des différences de densité ou à des diversités de formes qui différencient les grains des divers matériaux.

Dans un dépôt les particules peuvent s'assembler de trois façons différentes (fig. 1).

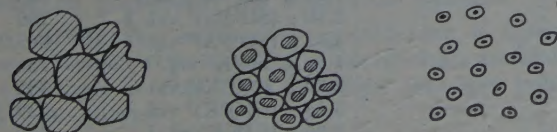


FIG. 1.

1° Pour les grosses particules, au-dessus de 100  $\mu$  (cailloux et sables), la couche de solvation ne joue aucun

rôle, les canaux entre les grains ne sont pas capillaires et les grains sont au contact les uns des autres.

2° Pour les particules dont le diamètre varie entre 20 et 2  $\mu$  (poudres), les particules ne se touchent plus directement, mais par l'intermédiaire de la couche de solvation dont l'épaisseur est importante par rapport au diamètre des grains. Les canaux entre les particules sont capillaires; l'eau y circule sous le régime laminaire.

3° Pour les particules dont le diamètre est inférieur à 2  $\mu$  (précolloïdes), les particules ne se touchent plus du tout; on a affaire à une véritable suspension. Il faut excepter les argiles comprimées dans lesquelles les grains se touchent directement ou par l'intermédiaire de la couche de solvation suivant le degré de compression (8).

Plusieurs facteurs peuvent concourir à modifier la couche de solvation.

Les liquides différents donnent, pour un même matériau, des couches de solvation d'épaisseur différente. Pour un même liquide, la couche de solvation varie avec la nature des ions qu'on incorpore au dispersant. La couche de solvation varie aussi avec la température et la pression.

Je vais passer en revue les différents facteurs précédemment cités en insistant particulièrement sur l'influence des ions.

Pour des particules fines (poudres, précolloïdes et colloïdes), les phénomènes électriques doivent jouer un rôle important.

### Terminologie et formule.

Pour exprimer les volumes respectifs des particules et du dispersant (qui peut d'ailleurs être de l'air ou un gaz quelconque), je vais passer rapidement en revue les diverses formules qui permettent de les exprimer.

*Volume des vides.* — On suppose que le volume total du dépôt est égal à l'unité. Si on désigne par  $v$  le volume occupé par le dispersant, le volume occupé par les particules (volume des pleins) sera  $V = 1 - v$  et le volume des vides  $v$ . Ce volume des vides  $v$ , dans un matériau gorgé d'eau, est équivalent à la teneur en eau par rapport au poids sec. Il sera souvent question de cette teneur en eau, dans la suite de ce travail. Je la désigne par la lettre  $T_s$  et elle sera égale à  $v$  exprimé en %.

Dans ce chapitre, je désignerai souvent le volume des vides en ‰ du volume total pour plus de commodité.

*Indice des vides.* — Il sera désigné par la lettre grecque  $\varepsilon$  et exprimé par la relation suivante :

$$\varepsilon = \frac{\text{volume des vides}}{\text{volume des pleins}} = \frac{v}{1 - v}$$

L'indice des vides est l'inverse de la *compacité*  $C$ .

*Densité apparente.* — Si on a affaire à un matériau sec dont le poids spécifique des particules est égale à  $\delta$ , la densité apparente sera donnée par :

$$d_a = \frac{\delta}{1 + \varepsilon} = (1 - v) \delta$$



dans le cas d'un matériau saturé d'eau de densité égale à 1, la densité apparente sera égale à (9).

$$d_a = \frac{\delta + \varepsilon}{1 + \varepsilon} = (1 - v) \delta + v.$$

### Mesures.

Les différentes mesures que j'ai effectuées portent toutes sur le volume des vides dont les variations sont fonctions des divers facteurs.

**1° Influence de la taille des particules.** — Les expériences ont été effectuées sur du quartz. Pour des particules comprises entre 1,7 mm et 0,067 mm, j'ai trié, par tamisage, le sable de Fontainebleau. Pour les particules comprises entre 0,020 et 0,007 mm, la poudre de quartz du commerce a été triée par sédimentation. Le dispersant a toujours été de l'eau du robinet (pH = 7,5 environ).

J'ai obtenu les résultats suivants :

Diamètre moyen d'une particule..	1,7	0,84	0,82	0,53	0,38	0,27	0,23	0,21	0,17
Volume des vides en ‰ du volume total.....	493	471	493	506	525	525	525	525	525

Diamètre moyen d'une particule.	0,086	0,067	0,050	0,020	0,010	0,007mm
Volume des vides en ‰ du volume total.....	525	543	560	595	618	622 ‰

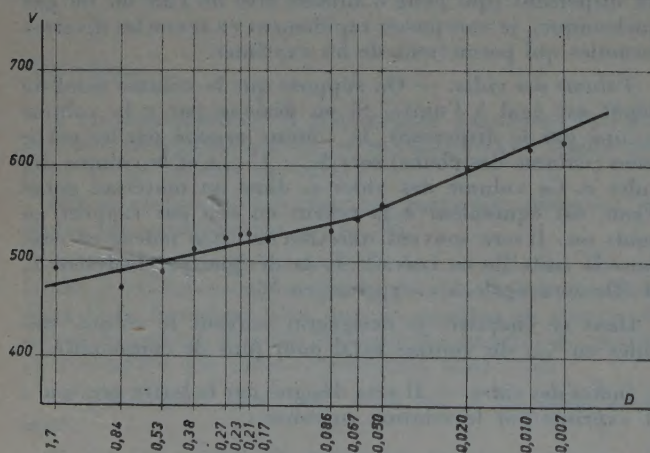


FIG. 2.

L'examen de la courbe de la figure 2 permet de constater que le volume des vides augmente à mesure que le diamètre des grains diminue. On constate également que la courbe semble présenter une discontinuité vers 50  $\mu$ . C'est dans cette région que se place la limite entre les sable et les poudres. Il faut remarquer que sur l'axe des x, j'ai été obligé d'adopter l'échelle logarithmique comme nous le faisons pour les représentations graphiques des essais granulométriques.

**2° Influence de la nature des particules.** — J'ai opéré sur des particules de nature différente : quartz, émeri, oxyde de fer, calcaire, mica et talc. Le dispersant était de l'eau du robinet (pH = 7,5 environ). Les six matériaux étaient polydispersés avec des particules dont les dimensions étaient comprises entre 50 et 2  $\mu$ . Les deux premiers matériaux sont formés de particules dont la forme peut être assimilée à une sphère; le calcaire, lui, a des propriétés particulières sur lesquelles je ne puis m'étendre ici; quant aux deux derniers matériaux, ce sont des lamelles qui ont un comportement tout à fait particulier.

Sur le tableau ci-dessous, j'ai porté, pour chaque matériau, la densité, le volume des vides et le poids du matériau déposé dans l'unité de volume :

NATURE DES PARTICULES	QUARTZ	ÉMERI	OXYDE de fer	CALCAIRE	MICA	TALC
Densité .....	2,65	4,1	5,1	2,7	3,0	2,8
Vol. des vides (en %).	622	756	842	765	893	886
Poids par unité de volume .....	1 020	1 000	805	634	321	319

L'examen de ce tableau soulève quelques remarques : le quartz, parmi les six matériaux, est celui qui possède l'assemblage le plus serré car les particules de quartz sont celles qui se rapprochent le plus de la forme sphérique. Le calcaire doit être mis de côté. L'oxyde de fer est formé de particules souvent allongées, tandis que les produits tels que les micas et les talcs sont des lamelles, aussi ces trois produits présentent des valeurs élevées du volume des vides. Pour ces trois matériaux, l'assemblage est assez lâche. Il doit se produire des voûtes facilement réalisables avec des lamelles.

**3° Influence de la nature du dispersant.** — Pour la conduite de cette catégorie de mesures, j'ai pris un matériau unique monodispersé (quartz) et j'ai fait varier la nature des ions incorporés au dispersant (eau). Il suffisait alors de mesurer le volume du dépôt sous tassement libre, après agitation mécanique de 13 mn suivie d'un repos de 48 h. Le quartz a été précédemment passé à l'électrolyseur pour le débarrasser des ions.

QUARTZ	DISPERSANT	IONS	v (en ‰)
7	eau	eau bidistillée	526
7	—	eau du robinet	622
7	—	0,74 g CO <sup>3</sup> Li <sup>2</sup> val. 1	651
7	—	1,08 g CO <sup>3</sup> Na <sup>2</sup> val. 1	698
7	—	1,38 g CO <sup>3</sup> K <sup>2</sup> val. 1	736
7	—	1,42 g SO <sup>4</sup> Na <sup>2</sup> val. 1	698
7	—	2,40 g (SO <sup>4</sup> Mg) <sup>2</sup> val. 2	799
7	—	3,42 g (SO <sup>4</sup> Al) <sup>3</sup> val. 3	805
7	—	1,74 g SO <sup>4</sup> K <sup>2</sup> val. 1	736
7	—	2,80 g. (NO <sup>3</sup> K) <sup>2</sup> val. 1	732
7	—	3,24 g (ClO <sup>3</sup> K) <sup>2</sup> val. 1	739
7	—	2,20 g (ClK) <sup>2</sup> val. 1	739
10	—	eau bidistillée	446
10	—	2,80 g (NO <sup>3</sup> K) <sup>2</sup> val. 1	644
20	—	eau bidistillée	471
20	—	2,80 g (NO <sup>3</sup> K) <sup>2</sup> val. 1	537



Le tableau ci-dessus donne les résultats des expériences effectuées en faisant varier, d'abord la nature du cathion, puis, pour un même cathion, la nature de l'anion :

Pour tous les corps chimiques dissous les quantités incorporées étaient égales à  $\frac{4N}{10}$ ; pour certains produits cette valeur dépassait légèrement la solubilité maximum à 15°.

L'étude de ce tableau permet de faire les constatations suivantes :

1° L'indice des vides est excessivement petit dans le cas de l'eau bidistillée. L'assemblage est alors très serré; mais dès que l'on utilise de l'eau du robinet, cet indice augmente immédiatement, les ions de cette eau suffisent à donner un assemblage beaucoup plus lâche.

2° A valence égale et pour le même anion, l'indice des vides augmente avec le poids atomique du métal qui constitue le cathion.

3° Pour le même anion, l'indice des vides augmente avec la valence.

4° Pour un même cathion, l'indice des vides est indépendant de l'anion qui lui est associé.

5° L'indice des vides, pour des particules entre 7 et 20  $\mu$  (20  $\mu$  étant la limite supérieure des poudres), tend à diminuer lorsque la grosseur des particules augmente pour une incorporation identique d'ions (10).

L'ion calcium (Ca) jouant un grand rôle dans la nature, j'ai effectué spécialement des expériences sur des poudres de quartz monodispersées en utilisant soit du carbonate de calcium, soit du chlorure de calcium. Le tableau suivant réunit les résultats :

QUARTZ	DISPERSANT	IONS			v
		Nature	Quantité	Valence	
7 $\mu$	eau	CO <sup>3</sup> Ca	0,09 g	2	796 ‰
7	—	Cl <sup>2</sup> Ca	1,10	2	799
10	—	CO <sup>3</sup> Ca	0,09	2	636
10	—	Cl <sup>2</sup> Ca	1,10	2	702
20	—	CO <sup>3</sup> Ca	1,10	2	651
50	—	Cl <sup>2</sup> Ca	1,10	2	570

Les résultats de ce tableau ne font que confirmer les constatations émises après examen du tableau précédent. Il faut pourtant remarquer que de très faibles quantités (0,09 g) de carbonate de calcium provoquent le même gonflement que 1,10 g de chlorure de calcium. Quand donc, dans la nature, les eaux sont calcaires, nous aurons toujours un gonflement des dépôts des poudres.

J'ai étendu les expériences précédentes à quelques autres matériaux et j'ai pu obtenir des résultats semblables. Les variations se font dans le même sens que pour la poudre de quartz.

J'ai bien spécifié au début de ce travail que je n'étudierai le comportement des sédiments meubles que dans l'eau à l'exclusion de tout autre liquide. Il me semble pourtant utile de dire simplement que, si on remplace, dans les expériences sur la poudre de quartz, l'eau par un liquide

organique, le volume du dépôt est plus considérable et atteint des valeurs inconnues pour l'eau ionisée (11 et 12).

4° *Influence de l'agitation mécanique.* — Pour effectuer ces expériences, j'ai utilisé l'agitateur électrique dont il a été question dans le paragraphe consacré à l'appareillage.

Une poudre de quartz monodispersée a été délitée dans l'eau. Cette opération, pourtant bien simple, m'a permis de faire quelques constatations intéressantes (voir fig. 3) :

1° Sous l'eau au repos, le tassement d'une poudre de quartz monodispersée, quelle que soit sa dimension, se fait en moins de 24 h; sans agitation, le niveau du dépôt reste ensuite stable.

2° Si on agit uniquement le dépôt sans le disperser dans le liquide surmontant, on constate qu'il continue à se tasser. Ce tassement cesse au bout de la quatrième agitation (à raison d'une agitation par 24 h).

3° La différence des volumes entre le dépôt en tassement libre et le même dépôt après quatre agitations (minimum atteint) varie avec la taille des particules de quartz monodispersées; si nous appelons  $V_d$  le volume des vides (en ‰ du volume total) sous tassement libre, et  $V_a$  le volume des vides, de ce même dépôt, après quatre agitations, on voit sur la figure 4 que  $V_d - V_a$  augmente entre 100 et 20  $\mu$  puis diminue jusqu'à 7  $\mu$ , donc la courbe de variation  $V_d - V_a$  en fonction de D passe par un maximum pour D = 20  $\mu$  environ, cette constatation confirme l'hypothèse de J. BURCART quant à la position de la limite entre les sables et les poudres.

4° L'examen de la courbe de la figure n° 3 permet de constater que le volume des vides minimum  $V_a$  est atteint d'autant plus rapidement que le diamètre des particules D est plus gros; deux agitations suffisent pour des matériaux dont les particules ont un diamètre entre 150 et 20  $\mu$ , mais il en faut quatre pour les poudres de 20 à 7  $\mu$ .

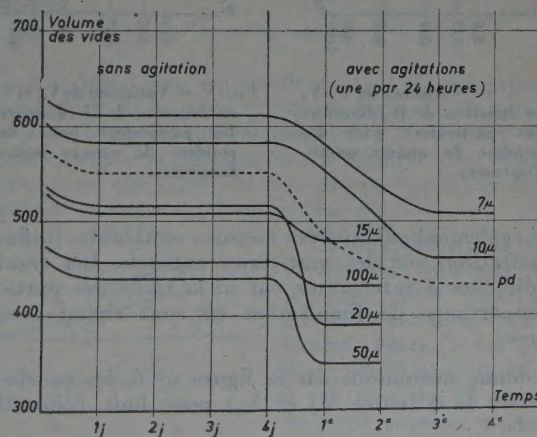


FIG. 3. — Variation du volume des vides du quartz monodispersé, d'abord sous tassement libre (4 j), puis par agitations successives à raison d'une par jour.

La courbe de la figure n° 5 représente les variations respectives de  $V_d$  et de  $V_a$  en fonction du diamètre D des particules. On constate un net minimum, donc une discontinuité, pour un diamètre compris entre 50 et 20  $\mu$ .

Le tableau suivant réunit tous les résultats sur le tassement des poudres de quartz monodispersées.



MODE OPÉRATOIRE	TEMPS	150 $\mu$	100 $\mu$	50 $\mu$	20 $\mu$	10 $\mu$	7 $\mu$
sans agitations (tassement libre)	1 h	531	464	449	537	602	628
	1 j	506	455	439	515	582	610
	2 j	506	455	439	515	582	610
	3 j	506	455	439	515	582	610
une agitation par 24 h suivie de repos	1 <sup>re</sup> agit.	479	430	348	390	551	580
	2 <sup>e</sup> agit.	479	430	348	390	500	537
	3 <sup>e</sup> agit.	479	430	348	390	460	506
	4 <sup>e</sup> agit.	479	430	348	390	460	506
$V_d - V_a =$		27	25	91	125	122	104

L'explication de ces différents phénomènes doit être recherchée dans le rôle que joue la couche de solvation. Pour des diamètres supérieurs à 20  $\mu$ , cette couche n'a qu'un rôle secondaire, le simple poids des particules contribue à les tasser rapidement. Pour des particules au voisinage de 20  $\mu$ , les deux facteurs interviennent tandis que pour des particules plus petites, l'importance de la couche de solvation est considérable, donnant, dans le dépôt, un assemblage très lâche. Pour des particules encore plus petites (expériences non effectuées), les assemblages sont encore plus lâches, car interviennent les mouvements browniens (13).

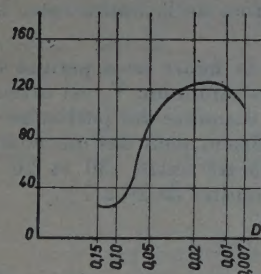


FIG. 4. — Variation de  $V_d - V_a$  en fonction de  $D$  (diamètre des particules) pour des poudres de quartz mono-dispersées.

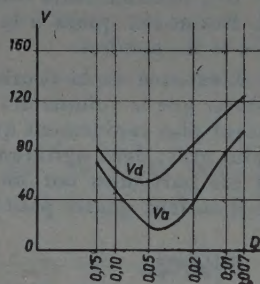


FIG. 5. — Variation de  $V_d$  et  $V_a$  en fonction de  $D$  (diamètre des particules) pour des poudres de quartz mono-dispersées.

J'ai également effectué des mesures semblables (influence de l'agitation) sur des matériaux naturels. Les résultats sont difficiles à interpréter car ni la taille des particules ni l'importance de l'ionisation ne sont rigoureusement connues.

Je donne néanmoins sur la figure n° 6, les courbes de variation de  $v$  (entre  $V_d$  et  $V_a$ ) pour huit échantillons naturels.

Il semble pourtant utile de faire les remarques suivantes :

1° Le tassement libre minimum sous l'eau est atteint, pour tous les matériaux, dans les 24 premières heures.

2° Au bout de ce temps, le niveau du dépôt reste fixe si on ne l'agite pas.

3° La différence entre  $V_d$  et  $V_a$  varie avec la matière analysée et dépend essentiellement de l'homogénéité de celui-ci : plus il sera homogène, plus la différence sera faible. Elle dépend également de la taille du grain moyen, mais il est difficile, pour des matériaux naturels, de séparer les deux influences.

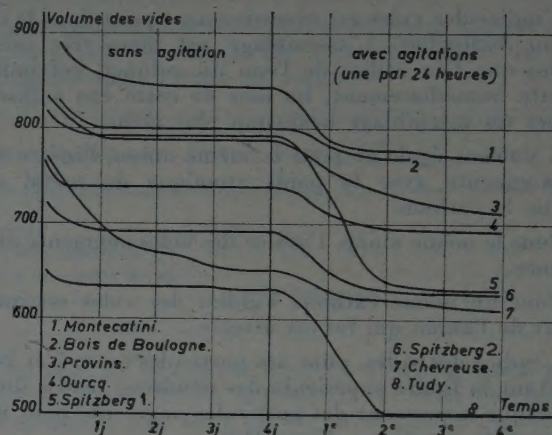


FIG. 6. — Variation du volume des vides, d'abord pour un tassement libre, puis pour des agitations successives à raison d'une par jour.

Nous allons retrouver ce tassement dû au colmatage, lorsque nous arriverons au chapitre consacré à la perméabilité. Là aussi, sous l'influence du passage de l'eau, nous obtiendrons un tassement.

Il faut remarquer que les agitations mécaniques pourraient être remplacées par l'action des ultra-sons.

## Conclusion.

J'ai étudié, dans ce chapitre, l'assemblage des particules dans les matériaux sous l'influence d'un dispersant aqueux. J'ai toujours utilisé des matériaux artificiels pour ne garder qu'un facteur, les autres restant constants. Nous avons vu que, dans ce domaine, la couche de solvation joue le principal rôle et son épaisseur, ainsi que ses variations, semblent devoir expliquer la plupart des phénomènes.

J'ai également effectué de nombreuses expériences sur des matériaux naturels. Je n'en ai pas fait mention ici (sauf pour l'influence des agitations) car il est difficile d'en tirer des conclusions, les différents facteurs énumérés ci-dessus, s'ajoutent ou se retranchent suivant les matériaux.



## CHAPITRE II

### RIGIDITÉ

#### Historique.

L'étude des échantillons de vase, complexe hétérogène, m'a amené à mesurer la rigidité de ces suspensions grossières.

En effet, comme l'a montré J. BOURCART (15), il est possible de considérer ces ensembles comme des liquides possédant quelques-unes de leurs qualités et ayant par conséquent une viscosité propre. La mesure de cette propriété physique s'est avérée présenter des difficultés très grandes. Ces suspensions grossières, en plus d'une viscosité d'ensemble, présentaient une propriété de rigidité qui avait déjà été décrite pour les solutions colloïdales. La rigidité masquait complètement la viscosité et rendait difficile l'interprétation des résultats.

La notion de liquide rigide est déjà fort ancienne. Son extension aux suspensions grossières, telles que les vases et les boues, remonte à quelques années à peine.

Les solutions colloïdales (ou colloïdes) se distinguent généralement des solutions ordinaires (ou cristalloïdes) par certaines propriétés; les premières ne sont pas dialysables (cette différenciation n'est d'ailleurs pas strictement rigoureuse). Elles se distinguent également, et surtout, par une rigidité dont les solutions normales sont dépourvues. Jacques DUCLAUX (16) a donné le nom de solutions *anormales* à toutes les solutions présentant des propriétés colloïdales.

Dans les solutions *normales*, il n'existe pas de structure interne, et les forces de viscosité sont uniquement dues à des effets de frottement intermoléculaires. Dans le cas des solutions colloïdales, on admet souvent l'existence d'une structure interne dont les mailles, plus ou moins fines, forment un ensemble rigide qui se rapproche d'un solide et acquiert, par conséquent, quelques-unes de ses propriétés. J. DUCLAUX, dans son *Traité de chimie-physique appliquée à la biologie*, compare les solutions rigides à une plaque d'acier qui oppose à la pénétration d'un poinçon une certaine force élastique avant la production de la rupture. Pour les solutions de gélose (agar-agar) on assiste à un phénomène similaire : une bille d'acier posée sur la surface libre d'une telle suspension reste immobile ou descend par saccades suivant la concentration de la solution et le poids de la bille. Pour des solutions normales, mais très visqueuses, il est impossible d'assister à un tel phénomène, la bille descend d'un mouvement uniforme plus ou moins lent suivant le degré de viscosité de la solution.

MICHAUD (17) a montré que dans le cas des vases communicants par un tube fin, une faible surpression établie dans un des bocal ne se communique pas forcément au bocal voisin pour des solutions colloïdales; on peut se rendre compte du phénomène en observant le mouvement d'une particule colorée placée dans le tube de communi-

cation. Pour les solutions cristalloïdes, l'équilibre s'établira forcément au bout d'un temps plus ou moins long en rapport avec la viscosité du milieu. MICHAUD a mesuré le module de la rigidité  $\mu$  de diverses solutions colloïdales et applique la formule suivante :

$$\mu = \frac{PR}{4lX}$$

où P est la différence de pression; R, le rayon du tube; l, sa longueur; et X, le déplacement du grain coloré dans le tube. Cette manière de procéder ne peut évidemment s'appliquer qu'à des solutions transparentes ou tout au moins translucides (fig. 7).



FIG. 7.

moins long tandis que la surface libre d'une suspension colloïdale fait avec l'horizontale un certain angle qui permet de calculer la *résistance au cisaillement* (rigidité) de la solution :

$$F = 9hd \sin \varphi$$

où F est la résistance au cisaillement; g, l'accélération de la pesanteur; h, la hauteur du liquide de densité d;  $\varphi$ , l'angle limite pour lequel le liquide commence à s'écouler. Cette méthode permet la mesure de la rigidité des solutions opaques, mais elle n'est pas très précise car il est difficile d'apprécier exactement l'angle (fig. 8).



FIG. 8.

La méthode la plus simple et la plus pratique pour mesurer cette rigidité et l'exprimer en dynes par centimètre carré, a été préconisée par SCHWEEDORFF (18), il y a plus de 50 ans. Son appareil consiste en un cylindre suspendu à un bouton de torsion par un fil étalonné; ce cylindre est plongé dans la solution colloïdale dont on désire mesurer la rigidité. Pour des solutions normales, une rotation du bouton provoque une torsion du fil et un mouvement du cylindre de même angle. Dans le cas des suspensions colloïdales, une différence entre ces deux angles est observée : le cylindre tourne d'un angle inférieur. La différence est proportionnelle à la rigidité de la solution. Un système délicat de commandes compliquait l'appareil de SCHWEEDORFF et en faisait un instrument précis, mais peu pratique pour l'étude des suspensions grossières.



J. BOURCART ayant montré que les vases et certaines boues présentaient, comme les suspensions colloïdales, des propriétés de rigidité, il m'a paru intéressant de mettre au point un appareil simple et robuste qui, sans précision illusoire, donnerait la valeur de la rigidité des suspensions grossières.

Pour la conception et la mise au point de cet appareillage, je me suis inspiré des travaux de SCHWEEDORFF en simplifiant et en modifiant profondément son appareil. L'espace qui sépare le corps suspendu des parois du vase a été rendu très important et les interactions ne sont plus à craindre. Cette manière de procéder supprime le terme correctif gênant. La forme du plongeur a été adaptée à la nature des produits à étudier : c'est un cylindre terminé par deux cônes d'angles au sommet, égaux à  $30^\circ$ . Le cône supérieur empêche, par sa forme, les particules de se déposer sur sa surface pendant la sédimentation, et le cône inférieur permet d'introduire le plongeur dans la suspension sans perturbations par trop considérables.

Une étude détaillée de l'appareil montre qu'il est essentiellement constitué par un bouton de torsion classique B, prolongé par un fil d'acier F, au bout duquel est suspendu un plongeur P de forme cylindro-conique. Un petit miroir  $m$ , de 1 m de distance focale, est fixé au bouton de torsion et un autre miroir  $m'$ , de même caractéristique, est solidaire du plongeur par l'intermédiaire d'une tige rigide  $t$ . Un double système d'éclairage E, placé devant les miroirs, permet d'obtenir, par réflexion, deux spots lumineux, sur deux règles graduées disposées à une certaine distance de l'appareil. Un dispositif de blocage  $b$  permet de mettre, avant l'expérience, ces deux rayons dans le même plan vertical (fig. 9).

Supposons maintenant que nous ayons à mesurer la rigidité d'une suspension grossière quelconque. On remplit le récipient V avec cette suspension, on met les deux miroirs dans le même plan vertical, en observant la position des deux spots lumineux et, à l'aide du dispositif à crémaillère  $c$ , élevant le bocal, on immerge le plongeur dans le matériau. On commence par tourner le bouton de torsion d'un angle très faible, en regardant si le spot lumineux, provenant du miroir inférieur, a accusé une déviation; dans le cas négatif, on recommence l'opération jusqu'au moment où le spot inférieur amorce un déplacement. On note alors l'angle  $\beta$  dont on a tourné le bouton de torsion pour obtenir ce décollement du spot. Connaissant les caractéristiques du fil d'acier et la forme géométrique exacte du plongeur, on calcule facilement la rigidité du matériau en dynes par centimètre carré. Lorsqu'il s'agit d'une rigidité résiduelle qui subsiste ou se reforme, après arrachement initial, on peut la mesurer au moyen de l'angle de torsion  $\beta$ .

La rigidité  $t$  est mesurée par la force, en dynes, qui détermine le glissement relatif de deux surfaces en contact sur  $1 \text{ cm}^2$ , lorsque le plongeur a une forme géométrique simple : solide cylindro-conique dont  $h$  est la hauteur de la partie

cylindrique,  $d$  le diamètre et  $\alpha$  le demi-angle au sommet des cônes.

Sur la partie cylindrique s'exercera une force telle que :

$$f = t \cdot d \cdot h \cdot \pi$$

et un couple

$$M = t\pi \frac{d^2}{2} h$$

Sur la partie conique, s'exercera également un couple que nous allons calculer.

Prenons un élément annulaire ayant un contact  $dl$  avec le matériau, on aura :

$$df = tdl\pi x \quad \text{et} \quad dM = tdl \frac{\pi x^2}{2}$$

avec :

$$l = \frac{x}{2 \sin \alpha} \quad \text{et} \quad dl = \frac{dx}{2 \sin \alpha}$$

donc :

$$dM = t \frac{dx}{2 \sin \alpha} \pi \frac{x^2}{2}$$

$$M = \int_0^r \frac{t\pi x^2 dx}{4 \sin \alpha} = \frac{t\pi d^3}{12 \sin \alpha}$$

Pour l'ensemble du plongeur, c'est-à-dire la partie cylindrique et les deux parties coniques, on a un couple :

$$M = t\pi \frac{d^2}{2} h + 2 \left( \frac{t\pi d^3}{12 \sin \alpha} \right) = \frac{t\pi d^2}{2} \left( h + \frac{d}{6 \sin \alpha} \right)$$

D'autre part, si  $\mu$  est le module de torsion du fil utilisé;  $\delta$ , son diamètre; et  $l$ , sa longueur, on aura :

$$M = \frac{\mu \pi \delta^4}{32 l} \cdot \beta$$

pour un angle de torsion  $\beta$ .

Il faut remarquer que la viscosité du milieu peut fausser les mesures si on opère trop précipitamment; aussi faut-il attendre le plus longtemps possible après chaque rotation du bouton de torsion avant d'affirmer que le spot lumineux inférieur n'a pas bougé. Un autre procédé consisterait à tourner le bouton de torsion d'un angle assez important et de lire la déviation accusée par le spot lumineux inférieur. La différence  $\beta - \gamma$  donnerait un angle qui serait proportionnel à la rigidité; on ferait les calculs exactement comme dans le cas précédent. A mon avis, cette manière de procéder, plus rapide, est moins précise comme le montrent les travaux effectués au laboratoire; cette méthode pourrait pourtant s'appliquer quand on ne recherche pas une très grande précision mais un résultat rapide.

Cet appareil a reçu le nom de *rigidimètre B. F. R.* (19). Il permet la mesure de la résistance au cisaillement de tous les matériaux, depuis les solutions colloïdales jusqu'aux suspensions grossières concentrées (20).

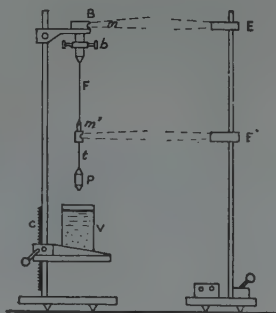


FIG. 9.

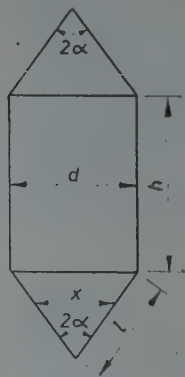


FIG. 10.



# PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SÉDIMENTS MEUBLES

Je disposais de deux plongeurs de même forme, mais de volume différent. Pour l'un  $d = 13$  mm et  $h = 27$  mm, tandis que pour l'autre  $d = 27$  mm et  $h = 49$  mm. En mesurant la rigidité d'un même matériau, avec ces deux plongeurs, j'ai pu constater que les résultats étaient semblables, ce qui tend à prouver que  $f$  est indépendant du rayon de courbure.

Il faut remarquer que c'est bien une résistance au cisaillement que je mesure avec le rigidimètre B. F. R., car le matériau colle au plongeur. Lorsqu'on le sort du matériau, on voit aisément qu'une couche mince reste adhérente. Cette couche (genre de couche limite) est très mince : à peine 1 mm d'épaisseur. J'ai essayé d'enduire de vaseline le plongeur pour permettre une adhésion complète de cette couche. Les résultats ainsi obtenus ont été identiques, pour un même matériau, à ceux obtenus sans vaseline.

Dans le cas des matériaux très déshydratés, les fentes de dessiccation commencent à apparaître en premier au contact du plongeur et, créant un décollement, faussent les résultats. C'est pour cette raison, qu'il n'est pas possible de mesurer la rigidité des matériaux aux approches de la teneur en eau de la limite de solidité (voir p. 12 la définition de la limite de solidité).

La résistance au cisaillement est exprimée en dynes par centimètre carré : c'est la force nécessaire pour détruire la structure interne du matériau et provoquer la rotation du cylindre. C'est donc une autre manière de désigner la rigidité. Il faut remarquer que, généralement, on parle de rigidité pour les suspensions colloïdales ou les suspensions grossières diluées tandis que pour les sols consistants on utilise volontiers le terme de résistance au cisaillement.

Pour étalonner l'appareil et connaître la précision que l'on peut espérer obtenir dans les expériences, j'ai mesuré la rigidité des solutions de gélose (agar-agar) de concentrations croissantes. Les chiffres obtenus ont été comparés à ceux de MICHAUD (17). Les résultats figurés ci-dessous ne diffèrent que de 2/100<sup>e</sup> pour les faibles concentrations et 2/1 000<sup>e</sup> pour les fortes, de ceux obtenus par MICHAUD ; dans mes travaux personnels, j'ai toujours exprimé la rigidité en résistance au cisaillement (dynes par centimètre carré).

CONCENTRATION ‰	DISPOSITIF à vases communicants de MICHAUD	RIGIDIMÈTRE B. F. R.
5	0,004	0,0038
6	0,036	0,0356
8	0,32	0,322
10	1,23	1,238
20	27	27,02
30	144	144,89
40	525	524

Une telle précision est absolument inutile à rechercher dans l'étude des suspensions grossières dont la structure n'est certainement pas aussi régulière que celle de la gélose. Dans ce dernier cas, on a affaire à un corps parfaitement défini chimiquement et toujours semblable à lui-même d'un échantillon à un autre. Pour les suspensions grossières il est généralement illusoire de rechercher une précision supérieure à 10 %

La figure n° 11 donne, à titre indicatif, la variation de la rigidité de la gélose en fonction de sa concentration.

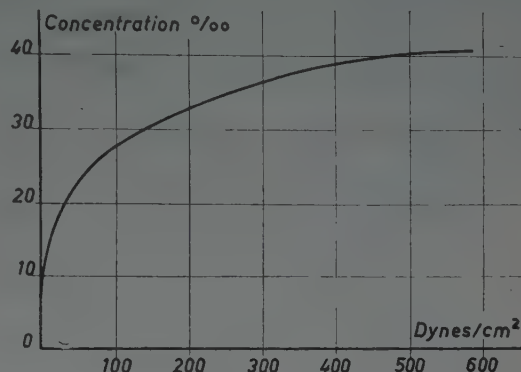


FIG. 11. — Variation de la rigidité de la gélose avec la concentration.

Le rigidimètre B. F. R. ne peut mesurer la rigidité que d'une certaine catégorie de matériaux et dans certaines limites bien définies. Le rigidimètre convient parfaitement pour les vases, pour les boues ainsi que pour des suspensions d'argile. Il peut également rendre des services dans l'étude des suspensions colloïdales. Par contre, il ne peut convenir pour des matériaux à très faible teneur en eau. Il est impossible, sans perturbations, d'enfoncer le plongeur dans de tels matériaux. Dans ce cas, le rigidimètre B. F. R. se trouve en défaut, mais il existe dans l'industrie des appareils à cisaillement qui, par arrachement dans le sens horizontal, provoquent le cisaillement du matériau. Ces appareils donnent un test, mais à titre comparatif ils fournissent des indications très intéressantes pour l'étude des matériaux consistants (21).

Ces appareils s'appellent boîtes à cisaillement de CASA-GRANDE (fig. 12).

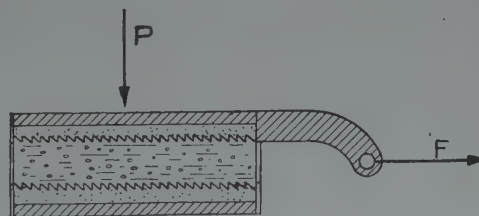


FIG. 12.

## Mesures.

### 1° Influence de la teneur en eau.

Dans l'étude des sédiments meubles, autres que les sables, les spécialistes (surtout les techniciens) font souvent appel aux tests d'ATTERBERG (22). Au cours de la variation continue de sa teneur en eau, le matériau présente des particularités qui sont déterminées par des appareils spéciaux. Ces tests sont purement empiriques et, ne reposant sur aucun fondement scientifique, ont été définis en prenant pour base des considérations d'ordre pratique. Ils permettent de déterminer ce que l'on convient d'appeler limite de liquidité et limite de plasticité.



Pour des teneurs en eau supérieures à celle de la limite de liquidité le matériau peut être considéré comme un liquide, tandis que pour des teneurs en eau inférieures à celle de la limite de plasticité, il se comporte comme un solide. Entre ces deux limites, il possède des propriétés particulières qui le rattachent aussi bien aux liquides qu'aux solides.

Pour toutes ces raisons, on peut, à mon avis, appeler la limite de plasticité : *limite de solidité*.

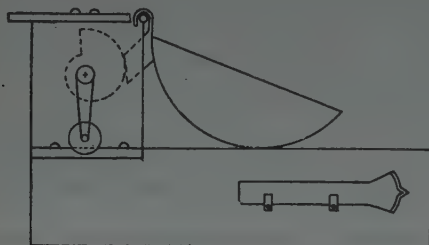


FIG. 13.

La limite de liquidité se mesure à l'aide d'un appareil spécial assez simple dont le schéma est indiqué sur la figure 13. A l'aide d'une manivelle, on soulève une coupelle qui retombe, par son propre poids, sur un bloc d'ébène. Dans la coupelle se trouve déposé le matériau à étudier. A l'aide d'une spatule spéciale, on trace, dans ce matériau, un sillon. Pour que la limite de liquidité soit atteinte, il faut que les lèvres de ce sillon se rejoignent après vingt-cinq chutes de la coupelle. On laisse sécher ou on humidifie le matériau, si les lèvres se rejoignent pour un nombre de chutes inférieur ou supérieur à 25. Il ne reste plus qu'à mesurer la teneur en eau du matériau qui sera la teneur en eau de sa limite de liquidité.

La limite de solidité ne demande l'emploi d'aucun appareil particulier. On fabrique, avec le matériau, en le roulant sur une plaque de verre, de petits boudins de 3 mm de diamètre et de 2 cm de long. La limite de solidité est atteinte lorsque de tels boudins se fragmentent, la cohésion interne n'étant plus suffisante pour conserver la longueur intégrale des boudins.

La différence entre la limite de liquidité et celle de plasticité est appelée : *indice de plasticité*.

J'ai fait le quotient de l'indice de plasticité par la limite de liquidité et appelé la valeur ainsi obtenue : *indice de plasticité spécifique*.

Si, jusqu'à présent, ces tests n'avaient aucune valeur théorique, ils rendaient néanmoins de grands services, car ils correspondent à des phénomènes réels, vérifiés par l'expérimentation.

Il m'a paru intéressant de mesurer la rigidité en faisant varier la teneur en eau et à observer les discontinuités qui se produisent aux teneurs en eau correspondantes aux limites d'ATTERBERG.

Cette variation était facilement obtenue en laissant l'échantillon se déshydrater à l'air libre. Le plongeur du rigidimètre était introduit dans le matériau, celui-ci se desséchant autour de ce plongeur. Je disposais d'un vase témoin dans lequel était placée la même quantité du même matériau et dans lequel étaient prélevés de petits échantillons en vue de la mesure de la teneur en eau.

La déshydratation ne se fait pas d'une façon homogène dans le sens vertical, mais il semble impossible d'éviter cet inconvénient; tout ce que l'on peut affirmer, c'est que cette hétérogénéité est la même dans les deux récipients. Les échantillons, en vue de la mesure de la teneur en eau, sont prélevés au sein du matériau et non en surface.

On peut faire divers essais en modifiant la forme des récipients pour un même volume.

Il faut remarquer que je n'ai pu mesurer la rigidité pour des teneurs en eau voisines de celle de la limite de solidité, le matériau ne possédant plus la fluidité minimum nécessaire au fonctionnement du rigidimètre et le plongeur se trouvait décollé du matériau.

J'ai effectué des mesures sur des sédiments de diverses provenances et de compositions granulométriques variées. Pour chacun de ces échantillons, les tests d'ATTERBERG ont été déterminés avec précision.

Quatre échantillons de vases (23) ont été employés pour ces essais :

1<sup>o</sup> Vase de la Penzé (estuaire d'une petite rivière qui se jette près de Roscoff). C'est une vase marine qui contient 20 % de sable.

2<sup>o</sup> Vase du Sarrans. C'est une vase d'eau douce qui provient du dépôt du lac artificiel en amont du barrage, elle contient 5 % de sable.

3<sup>o</sup> Vase du Luxembourg. C'est un matériau d'origine presque uniquement organique, elle provient du bassin du parc (Paris). Formation très récente, elle contient 1 % de sable.

4<sup>o</sup> Vase de Versailles. Cette vase d'eau douce provient de la pièce d'eau des Suisses. Elle contient 12 % de sable.

Les mesures de rigidité ont donné les résultats suivants :

LUXEMBOURG		VERSAILLES		SARRANS		PENZÉ	
Teneur en eau	Rigidité	Teneur en eau	Rigidité	Teneur en eau	Rigidité	Teneur en eau	Rigidité
%	dynes	%	dynes	%	dynes	%	dynes
250	0,7	134	0,25	144	5,4	100	6,6
150	1,1	102	1,61	120	6,4	82	17,6
128	1,5	95	8,7	90	7,3	71	25,5
88	1,8	80	37,1	73	9,7	67	66,0
85	2,3	71	112,7	67	15,8	61	197,0
59	4,0	65	183,0	58	20,7	49	801,0
				56	24,8	47	2 160,0
107	= L	88	= L	83	= L	66	= L
58	= P	55	= P	45	= P	25	= P
51	= I	39	= I	23	= I	33	= I
0,48 = I <sub>s</sub>		0,59 = I <sub>s</sub>		0,26 = I <sub>s</sub>		0,73 = I <sub>s</sub>	

L est la limite de liquidité; P, la limite de plasticité; I, l'indice de plasticité et I<sub>s</sub> l'indice de plasticité spécifique.

Si nous disposons en abscisses les valeurs de la rigidité et en ordonnées les teneurs en eau (exprimées par rapport au poids sec), nous aboutissons à la construction d'une courbe, pour chacun des quatre échantillons étudiés. J'ai été obligé d'adopter en abscisses une échelle différente pour chacun des échantillons car les variations de la valeur de la



# PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SÉDIMENTS MEUBLES

rigidité sont trop grandes d'un échantillon à l'autre (fig. 14).

L'étude de ces courbes permet de faire les constatations suivantes :

1° Ces courbes ne sont pas des droites : la variation de la rigidité en fonction de la teneur en eau n'est pas linéaire;

2° Ces courbes sont formées chacune de deux courbes de pentes différentes;

3° Pour les fortes teneurs en eau, la pente des droites a une valeur élevée, tandis que pour les faibles teneurs en eau (matériau tendant à se consolider), la variation de la rigidité est très rapide pour de petites variations de la teneur en eau : la pente est faible;

4° Le point plus important, dans l'étude de ces courbes, est l'observation de la position du point de raccordement. Ce point correspond très exactement à la teneur en eau de la limite de liquidité d'ATTERBERG. Constatation en effet primordiale qui permet de dire que le premier test d'ATTERBERG ne correspond pas seulement à une réalité empirique mais trouve une confirmation scientifique. La brusque variation de la rigidité correspond à un changement dans l'état interne du matériau, changement qui avait été mis en évidence par ATTERBERG.

## 2° Influence de la granulométrie.

Pour étudier la variation de la rigidité en fonction de la granulométrie, j'ai été obligé de fabriquer des matériaux semi-artificiels obtenus en mélangeant, dans des proportions bien définies, du sable de Fontainebleau et de la vase passant au tamis n° 300 (considéré ainsi comme un matériau pulvérulent homogène).

Les résultats de ces mesures ont donné :

% Sable.....	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
% Vase .....	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Rigidité .....	0,15	1,2	2,8	4,2	6,0	12	37	295	1 240	3 800	impos.
Teneur en eau.....	86,4	80,1	72,1	70,4	65,2	58,7	54,6	54,2	53,8	53,1	48,5

J'ai tracé la courbe en portant en abscisses les rigidités et en ordonnées les pourcentages de sable (fig. 15).

On peut constater une très rapide croissance de la rigidité; la courbe présente une allure de demi-parabole avec tangente à l'origine, confondue avec l'axe des ordonnées. Il faut remarquer qu'à partir de 90 % de sable, il est impossible de faire la mesure de la rigidité avec le rigidi-mètre B. F. R. car on a affaire à un vrai sable (le matériau n'a plus de structure, les grains se touchent et la cohésion est celle d'un sable). On constate donc qu'à partir d'une certaine valeur du pourcentage de sable, il se produit une rapide croissance de la rigidité. Cette limite se place vers 50-60 % de sable. J'ai pensé qu'il était peut-être possible de chercher là la limite entre les vases sableuses et les sables vaseux. Je ne donne cette limite que sous toutes réserves car il est difficile de serrer de près le phénomène par suite de nombreux facteurs qui entrent en jeu simultanément

dont le plus important est la variation de la teneur en eau. En effet, à mesure que le pourcentage de sable augmente, la teneur en eau diminue. Comme, d'après le paragraphe précédent, la rigidité augmente à mesure que la teneur en

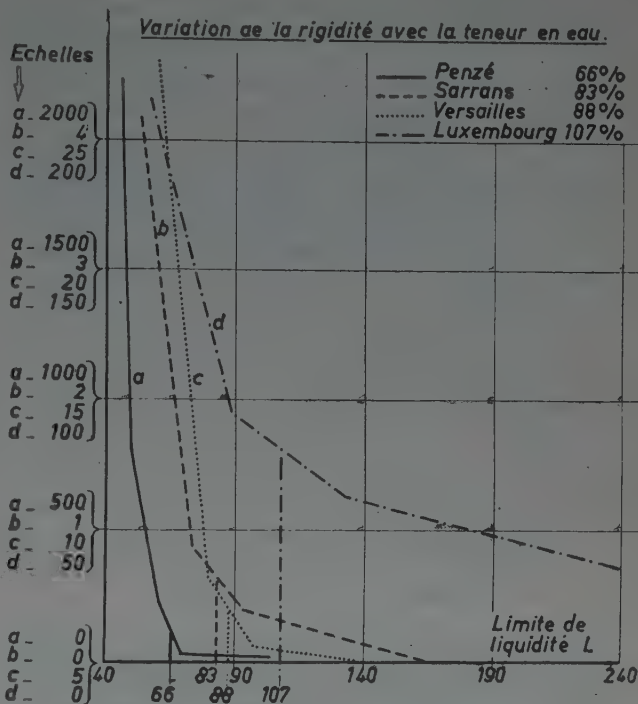


FIG. 14. — Variation de la rigidité avec la teneur en eau.

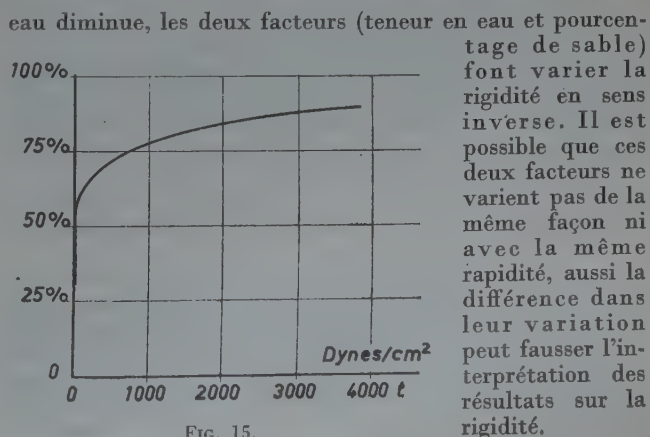


FIG. 15.



Compte tenu de ces causes possibles d'erreur et de l'étude du tableau précédent, il est possible de fixer comme suit les limites entre les vases, les vases sableuses, les sables vaseux et les sables :

Vases : entre 0 et 10 % de sable.....	Le mot sable étant utilisé dans le sens de phase sableuse.
Vases sableuses : entre 10 % et 50-60 % de sable .....	
Sable vaseux : entre 50-60 % et 90 % de sable .....	
Sables : entre 90 et 100 % de sable.....	

J'ai effectué de nombreuses mesures sur des sédiments naturels. Les résultats sont difficiles à interpréter. Le tableau ci-dessous groupe les résultats des mesures de rigidité pour quelques sédiments naturels de granulométrie très différente :

PROVENANCE	RIGIDITÉ dynes par cm <sup>2</sup>	SABLE %	TENEUR EN EAU %
Sarrans n° 2...	2,4	5	346
Sarrans n° 1...	5,4	7	170
Penzé n° 4...	6,3	20	87
Charleville ...	16,0	37	88

### 3° Influence des ions du dispersant.

J'ai exposé dans le premier chapitre quel est le rôle des ions sur la compacité du dépôt. L'incorporation des ions au dispersant a pour effet d'écarter les particules les unes des autres, la teneur en eau d'un tel dépôt est donc plus forte. Je me suis trouvé ramené à la variation de la

rigidité en fonction de la teneur en eau. En définitive, la rigidité diminue à mesure que l'effet des ions augmente.

J'ai obtenu des résultats similaires et concordants en mesurant la rigidité des dépôts de quartz monodispersé auquel des ions différents avaient été incorporés.

Dans le cas des argiles, l'addition des ions au dispersant donne de grosses variations dans la valeur de la rigidité. Il se produit de véritables transformations dans la nature du sédiment (activation des argiles). Je ne puis rentrer dans ces considérations qui sortent du cadre de ces recherches.

### 4° Influences diverses.

Divers autres facteurs interviennent dans les variations de la rigidité. La vase étant un milieu essentiellement vivant, il est nécessaire d'effectuer des mesures de rigidité sur des échantillons toujours très frais. Dès que ceux-ci vieillissent, la valeur de la rigidité croît rapidement.

La nature du squelette de la vase influe également sur la rigidité. Ainsi, la vase à squelette calcaire a une rigidité nettement plus grande que celle à squelette siliceux. Les *tangues* (sortes de vases calcaires) (24) ont de très fortes rigidités inconnues pour les vases ordinaires.

La rigidité ne sera pas la même si on compare, à granulométrie identique, des vases d'eau douce avec des vases marines. La salinité n'est pas seule à intervenir, la constitution des vases marines semble être essentiellement différente de celle des vases d'eau douce.

D'autres facteurs imprévisibles viennent modifier la rigidité du sédiment naturel vivant; aussi faut-il prendre de grandes précautions quand on veut comparer entre elles les rigidités de deux vases qui, à première vue, paraissent identiques.

## CHAPITRE III

### THIXOTROPIE

La *thixotropie* est la propriété que possèdent certains systèmes rigides de devenir liquides par agitation et de redevenir solides par simple repos. L'intensité d'agitation et le temps de prise, qui définissent la thixotropie d'un matériau, sont fonction essentiellement de la nature des particules et du dispersant; d'autres facteurs peuvent également intervenir, tels que la température et la pression.

#### Historique.

Ce sont COTTON et MOUTON (25) qui, les premiers, en 1907, mirent en évidence le phénomène de thixotropie en se servant d'un produit pharmaceutique : le *fer Bravais*, vraisemblablement obtenu par dialyse du chlorure ferrique. En chauffant ce produit à 100° pendant 20 h, ils ont obtenu un matériau très visqueux possédant des propriétés thixotropiques.

Plus tard (en 1923) SZEGVARI et SCHALEK (26) étudièrent les propriétés thixotropiques d'une solution d'hydrate ferrique colloïdal.

En 1929 et 1930, BUZAGH (27) effectua une expérience qui semble indiquer le rôle important de la granulométrie dans la thixotropie. Dans un tube de verre, fermé aux deux extrémités par des plaques de quartz, l'auteur avait disposé, sur une des plaques, des grains de quartz monodispersés. Il retourna rapidement le tube, intervertissant ainsi, suivant la verticale, le rôle des deux plaques. Il compta le nombre de grains qui resta adhérent à la plaque supérieure (qui était la plaque inférieure avant le retournement) et l'exprima par rapport au nombre total des grains. Il refit des expériences semblables pour des grains de quartz dont les diamètres allaient de 1 à 32.

Le tableau suivant exprime ces pourcentages pour chaque diamètre D (en  $\mu$ ) des particules :



D (en $\mu$ )	POURCENTAGE
1	8,5
1-2	78
2-3	98
7-8	22
12	9,1
20-21	6,5
32	0

Ce tableau montre que les particules de 2 à 3  $\mu$  restent pratiquement toutes collées au plafond. Celles de taille inférieure tombent car le mouvement brownien les décolle de la plaque de quartz. Les particules de taille supérieure à 3  $\mu$  tombent également car la gravité représente une force supérieure à celle de l'adhésion.

La dimension critique de 2 à 3  $\mu$  va donc jouer un rôle important dans la thixotropie et provoquera probablement des discontinuités dans les courbes représentatives des phénomènes.

H. FREUNDLICH (28) a montré que l'ionisation du dispersant avait une très grande influence sur le temps de prise des matériaux thixotropiques. Ces expériences ont prouvé que l'addition de soude diminue le temps de prise (le raffermissement devenait donc plus rapide). Cette influence est très nette; ainsi, si pour 0 g de soude on a un temps de prise de 2.000 s, pour 6,3 g de soude ce temps est réduit à 82 s (pour l'hydrate ferrique).

SZEGVARI et SCHALEK ont montré, eux, que l'élévation de température avait comme influence un raffermissement plus rapide.

La concentration a également une certaine importance. Il faut rester entre certaines limites pour obtenir un matériau thixotropique. Ainsi on n'aura de systèmes thixotropiques de gélatine qu'entre 1 et 5 % de concentration.

Avant d'en terminer avec ce bref historique, il me semble indispensable de citer les travaux d'Osborn REYNOLDS (29). Il avait défini, à côté de la thixotropie, une autre propriété qui affectait particulièrement les sables et qu'il avait appelé *dilatancy*. A première vue, et si on s'en tient strictement à la définition, cette propriété semble devoir être l'inverse de la thixotropie. Son explication est très malaisée.

### Théorie.

Une théorie de la thixotropie semble être difficile à définir avec exactitude.

La première explication, aujourd'hui abandonnée, car elle est *a priori* inadmissible, faisait intervenir la solidification rapide de la surface du matériau thixotropique.

Il semble indubitable que la thixotropie doit être basée sur l'attraction et la répulsion des particules sous l'influence de certaines forces. Les expériences ont prouvé que l'addition de certaines quantités d'électrolytes avaient pour effet de rendre thixotropiques des matériaux qui ne l'étaient pas auparavant. Quoi qu'il en soit, l'incorporation de quantités croissantes de soude à un matériau thixotropique a pour effet de diminuer le temps de prise, par conséquent de le rendre plus thixotropique.

Il faut rapprocher le phénomène thixotropique de celui de la coagulation. Dans le cas d'un sol liquéfié, les particules ne peuvent pas se rapprocher, car elles sont soumises à des forces de répulsion. En ajoutant un électrolyte, les forces de répulsion sont en partie supprimées, les particules, toujours séparées par la couche de solvation, prennent une position stable et on a affaire à un sol raffermi.

COTTON et MOUNET ont remarqué que les sols raffermis, appartenant à des matériaux thixotropiques, possédaient une biréfringence, preuve incontestable de l'existence d'une structure. Ces auteurs ont également remarqué que le mouvement brownien cessait lorsqu'on passait de l'état liquide à l'état raffermi du matériau thixotropique.

En résumé, on peut donc dire que par agitation mécanique (ou sous l'influence des ultra-sons), on passe de l'état solide à l'état liquide et inversement par un repos plus ou moins prolongé. Les forces de cohésion (forces électriques ou forces de VAN DER WAALS) et l'agitation thermique, suivant leur importance respective, donnent un temps de prise plus ou moins long. On a coutume de dire que le matériau est d'autant plus thixotropique que le temps de prise est plus court.

La thixotropie des ensembles colloïdaux et des argiles étant un phénomène connu et devenu classique, j'ai orienté mes recherches vers l'étude de la thixotropie des sédiments naturels, des sables et des poudres monodispersées.

### Mesures.

J'ai constaté que tous les sédiments naturels, aussi bien les vases sableuses que les sables vaseux étaient thixotropiques. Les sables ne sont thixotropiques que s'ils sont suffisamment fins et mélangés à un certain pourcentage (même très faible) de poudres ou de colloïdes (liant).

Pour effectuer des mesures susceptibles d'exprimer en chiffres le phénomène de thixotropie, j'ai essayé de prendre deux paramètres : l'un étant la force nécessaire pour rompre l'édifice thixotropique et l'autre le temps de prise. Si la deuxième mesure semble facile (elle l'est d'ailleurs beaucoup moins qu'elle ne le paraît à première vue), la première est très difficile et ne présente que la valeur d'un test dont les résultats sont intimement liés aux caractéristiques de l'appareil utilisé. Cet appareil est un simple agitateur à ailettes. On note, pour chaque échantillon, l'intensité nécessaire pour décoller la tige de l'agitateur. Cette mesure pouvait évidemment être remplacée par celle de la rigidité, mais on ne pouvait l'effectuer pour certaines catégories de sédiments, tels que les sables et les poudres sans liant. Dans la pratique cette mesure a été abandonnée et je me suis contenté de faire des observations qualitatives.

Le premier point qui semblait être intéressant à préciser consistait à définir l'influence de la taille D des particules sur le phénomène thixotropique.

#### 1° Influence de la taille des particules.

Le tableau ci-dessous groupe les résultats sur des échantillons monodispersés de sable et de poudre allant de 2 à 0,007 mm. J'ai exprimé qualitativement l'importance de la thixotropie, tandis que le temps de prise était exprimé en heures et minutes :



Diamètre en millimètres. Thixotropie ..... Temps de prise .....	1,7 nulle	0,84 nulle	0,53 nulle	0,38 nulle	0,27 très faible pl. heures	0,23 très faible pl. heures	0,21 très faible pl. heures
---	--------------	---------------	---------------	---------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Diamètre en millimètres. Thixotropie ..... Temps de prise .....	0,086 faible 1 h 30	0,067 faible 1 h	0,050 assez forte 30 mn	0,020 assez forte 20 mn	0,010 forte 5 mn	0,007 très forte 1 mn
---	---------------------------	------------------------	-------------------------------	-------------------------------	------------------------	-----------------------------

En examinant ce tableau, on constate que la thixotropie ne commence que vers 200  $\mu$ , elle augmente d'abord lentement et puis rapidement pour devenir très importante à 7  $\mu$ . A 200  $\mu$ , elle n'est que très peu visible et ne commence à l'être réellement que vers 50-20. Il faut remarquer que l'on retrouve encore cette dimension que J. BOURCART avait fixée comme limite entre les sables et les poudres. En résumé, et en négligeant la très faible thixotropie des sables très fins, on peut dire que la thixotropie ne commence qu'avec les poudres.

## 2° Influence de l'addition d'un liant au sable.

L'addition d'un liant à un sable a pour effet d'augmenter immédiatement la thixotropie de ce matériaux. Dans la nature, un exemple de cette propriété nous est fourni par l'existence des *sables bouillants*.

Le tableau suivant donne l'importance du phénomène thixotropique, ainsi que le temps de prise, en fonction du pourcentage d'une vase incorporée à un sable :

% Vase .....	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
% Sable.....	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Thixotropie .....	nulle	nulle	t. faible	faible	faible	a. forte	forte	forte	forte	t. forte	t. forte
Temps de prise ....		pl. heures	pl. heures	pl. heures	1 h	45 mn	32 mn	25 mn	10 mn	5 mn	1 mn

L'influence du liant (fraction pulvérulente et colloïdale) est très importante. Je suis parti d'un sable provenant de l'estuaire de la Seine dont le grain moyen avait une dimension de 250  $\mu$ . Avec simplement une addition de vase de 20 %, on passe d'un sable non thixotropique à un matériau (que l'on peut appeler sable vaseux) ayant une thixotropie faible, mais néanmoins visible. Il semble difficile de séparer dans ce phénomène l'influence purement granulométrique (addition d'un certain pourcentage de particules fines) de l'influence des électrolytes qui sont contenus, en grande quantité, dans les vases (même dans celles d'eau douce). Pour essayer de définir l'influence de l'électrolyte seul, j'ai fait une autre série d'essais :

## 3° Influence d'un électrolyte sur la thixotropie d'une poudre de quartz.

J'ai ajouté des quantités croissantes de soude (exprimées en milli-molécules par litre) à une suspension de poudre de quartz de 7  $\mu$  que j'ai laissé se déposer chaque fois et dont j'ai évalué la thixotropie et mesuré le temps de prise. A titre de comparaison, j'ai porté sur le même tableau les temps de prise d'un hydrate ferrique donnés par FREUNDLICH :

SOUDE en millimolécules p. litre	TEMPS DE PRISE	
	Hydrate ferrique	Poudre de quartz 7 $\mu$
6,3	82 s	3 s
4,5	200	7
2,7	440	15
0,9	1 300	45
0 (eau du robinet)	2 000	60
0 (eau bidistillée)	?	$\infty$

Il est facile de voir, d'après ce tableau, que les variations du temps de prise sont très comparables entre l'hydroxyde ferrique (FREUNDLICH) et la poudre de quartz de 7  $\mu$ . Le temps de prise, pour une poudre de quartz, diminue avec l'addition d'un électrolyte, il semble donc prouver que nous avons affaire là à une véritable thixotropie, comparable à celle des colloïdes.

J'ai également constaté que l'addition des électrolytes à une vase avait pour effet de diminuer le temps de prise.

## 4° Quelques mesures de thixotropie des sédiments naturels.

Si on mesure le temps de prise des échantillons naturels, on trouve de très grandes variations d'un matériau à l'autre, dues à leur différence de constitution.

A la suite de très nombreuses mesures que j'ai effectuées, je puis affirmer que les sables en général ne sont pas thixotropiques, que les sables vaseux le sont quelquefois et qu'enfin toutes les vases sableuses et les vases le sont toujours. Il faut aussi remarquer que les sédiments marins sont nettement plus thixotropiques que les sédiments d'eau douce. Ceci est dû à la présence de l'électrolyte (eau de mer) qui favorise la thixotropie et diminue le temps de prise.

Les sédiments à hydroxyde de fer, les argiles et les *tangues* (sédiments calcaires) sont en général thixotropiques.

La thixotropie étant influencée par de très faibles variations de divers facteurs énumérés, on notera toujours d'importantes différences d'un échantillon à l'autre même



s'ils sont pris dans un même banc ou dans une même carotte.

### Conclusion.

D'après les quelques mesures que j'ai effectuées, il ressort clairement que les poudres et les sables fins ont une thixotropie au sens large du mot. J'ai noté qu'il existait une brusque augmentation de la thixotropie pour un diamètre de particules compris entre 50 et 20  $\mu$ .

Le phénomène de *dilatancy*, défini par O. REYNOLDS, ne doit pas être séparé de la thixotropie. C'est, à mon avis, le même phénomène, mais il prend simplement une forme particulière due à la taille des grains.

Il semble utile de noter, en passant, le gros intérêt que doit présenter l'emploi des ultra-sons pour l'étude de la thixotropie. Cette méthode permettrait de supprimer

l'agitation mécanique qui, non seulement rompt l'édifice thixotropique, mais perturbe aussi tout le matériau en provoquant un tassement suivant le processus que j'ai défini au chapitre I. Cette action mécanique provoque une sédimentation des grains, ce qui a pour effet d'aboutir à une hétérogénéité pour les matériaux polydispersés (effet de centrifugation).

Quant aux matériaux naturels, leur étude s'avère très difficile par suite de nombreux facteurs qui interfèrent.

Il semble pourtant possible d'affirmer que tous les sédiments naturels, à l'exception des sables grossiers, sont thixotropiques.

Dans la nature, la thixotropie des vases joue un rôle très important et il est inutile d'en multiplier les exemples. Qu'il suffise de dire que c'est grâce à la thixotropie et à la rigidité, qu'il est possible de voir ces énormes accumulations de vase contrairement aux étendues de sables dont l'extension en profondeur est toujours très faible.

## CHAPITRE IV

### VISCOSITÉ

#### Définition et historique.

Il ne semble pas utile d'insister sur la définition de la viscosité : cette notion est devenue classique et se trouve dans tous les manuels.

Je vais rappeler simplement les hypothèses qui seront utiles dans la suite de ce travail.

La *viscosité* est un frottement interne entre les différentes couches imaginaires d'un liquide. Ces couches n'ont pas d'existence propre mais tout se passe comme si le liquide glissait par plans infiniment minces et infiniment rapprochés. Si  $v$  est la vitesse d'une couche et  $v'$  la vitesse d'une couche voisine, séparées par une distance  $x$ , on appellera le gradient de vitesse :

$$G = \frac{v' - v}{x}$$

qui est simplement la dérivée de la vitesse des couches par rapport à la distance de ces couches. Un plan qui glisse entraîne son voisin et cette force dépend essentiellement du gradient de vitesse. Deux cas peuvent se présenter : 1° La force de frottement est proportionnelle au gradient de vitesse; 2° La force de frottement n'est pas proportionnelle au gradient de vitesse. Dans le premier cas, on peut définir la viscosité du liquide, ou plus exactement le *coefficient de viscosité* de ce liquide. C'est la force de frottement, par unité de surface, pour un gradient de vitesse égal à 1. On l'exprime en *poises* (du nom de POISEUILLE) ou en *centipoises*.

Au sein d'un fluide, les molécules sont animées d'un perpétuel mouvement, ce qui a pour effet, par suite de leurs chocs réciproques comme sur les parois, de provoquer dans le fluide une certaine pression. Si le fluide s'écoule, en plus de ces mouvements désordonnés, les molécules

prennent un certain mouvement dans un sens privilégié, il y a alors frottement entre elles et une certaine partie de l'énergie du fluide est dissipée. La perte de cette énergie correspond à la viscosité.

J. DUCLAUX (16) divise les liquides en deux catégories. Ceux qui suivent la loi de POISEUILLE (30), et dont le coefficient de viscosité est indépendant du gradient de vitesse, sont les liquides *normaux*. Ceux qui ne suivent pas la loi de POISEUILLE, et dont le coefficient de viscosité est une fonction plus ou moins complexe du gradient de vitesse sont les liquides *anormaux*. Théoriquement aucun liquide n'est rigoureusement normal, mais beaucoup le sont pratiquement dans de larges limites du gradient de vitesse. D'autres liquides ne sont jamais normaux, dans cette catégorie rentrent toutes les solutions colloïdales et, par conséquent, tous les matériaux rigides.

De nombreux travaux ont été effectués pour essayer de définir la viscosité des solutions colloïdales et des suspensions.

Le travail théorique le plus important est celui d'EINSTEIN (31). Il conduit à la formule suivante :

$$\eta = \eta_0 (1 - k\phi) \quad \text{avec} \quad k = 2,5$$

où  $\eta_0$  est la viscosité du liquide et  $\phi$  le volume total des particules dans l'unité de volume de la suspension.

Cette formule suppose réalisées plusieurs conditions : 1° les grains de la suspension sont très gros par rapport aux molécules du solvant; 2° le coefficient de viscosité du liquide est identique dans la masse et au contact des particules; 3° les particules sont de forme sphérique; 4° la dimension des particules est voisine du domaine dans lequel le gradient de vitesse est constant; 5° la concentration est très faible; 6° il existe une couche limite



adhérente à la surface des particules; 7° les mouvements sont très lents; 8° le mouvement brownien est négligeable.

La théorie d'EINSTEIN a été vérifiée par BANCELIN (32), en utilisant de la gomme gutte et du mastic. La grosseur des grains variait entre 0,3 et 2  $\mu$ . Les coefficients K, ainsi obtenus, variaient entre 2,7 et 3,3.

Il faut remarquer que la théorie d'EINSTEIN n'est valable que pour des particules de forme sphérique. D'autres auteurs ont essayé d'adapter à des particules de forme différente, mais géométriquement définissables et semblables d'une particule à l'autre. Ainsi, d'après JEFFERY (33) la formule d'EINSTEIN s'applique aux particules ellipsoïdales mais k varie entre 2,5 et 9,96 suivant l'excentricité des ellipsoïdes et suivant qu'ils sont aplatis ou allongés.

EISENSCHITZ (34), lui, donne, pour les particules ellipsoïdales la formule suivante :

$$\frac{\eta}{\eta_0} - 1 = \frac{1,15}{\pi} \varphi \frac{a}{bL} \frac{2a}{b}$$

a et b étant les dimensions des axes de l'ellipsoïde de révolution.

W. KUHN (35) a introduit, sur le plan théorique, les variations du coefficient de viscosité pour des particules en forme d'haltères. Il aboutit à une valeur de K égale à 669.

Dans le cas des particules très allongées (300 fois leur diamètre) K est égal à 1,5.

Pour les particules non sphériques et ayant une forme quelconque il n'y a aucune théorie. Pour des particules de siliciure de carbone de 0,2 de diamètre moyen, Mlle SACHS (36) a trouvé des valeurs de K égales à 19 donc nettement différentes de celles de BANCELIN pour des particules de même dimension mais sphériques.

L. BESSE, au Laboratoire de Géographie Physique, fit une étude expérimentale sur la vitesse de chute des particules planées en milieu visqueux (37).

Toutes ces théories, ainsi que les essais d'expérimentation, ont été effectués avec de très faibles concentrations. Pour des concentrations élevées, la viscosité est une fonction non linéaire du gradient de vitesse (38 à 43).

Pour les suspensions telles que les vases, le problème est encore plus difficile à résoudre. On a affaire à des suspensions rigides et thixotropiques; parler de viscosité devient presque une absurdité. Je reproduis ici textuellement l'opinion de J. DUCLAUX (16) sur cette question :

« Bien des tentatives ont été faites pour définir et mesurer la viscosité dans des liquides doués de rigidité. On a proposé, de divers côtés, des formules à deux termes dont l'une représente la résistance visqueuse au mouvement et est proportionnelle au gradient de vitesse, tandis que l'autre représente la résistance rigide et est indépendante de ce gradient.

« Il est beaucoup plus honnête d'avouer simplement que nous n'avons aucun moyen de mesurer, ni même de définir, la viscosité d'un liquide rigide et que cette formule est un artifice physico-mathématique qui rend le calcul possible en tournant le dos à la réalité. Lorsqu'un liquide rigide s'écoule dans un tube sous l'action d'une pression plus forte que celle qu'il peut supporter, sa structure se

détruit par une sorte de pulvérisation et il en résulte un grand nombre de petits grumeaux irréguliers qui tourbillonnent dans le tube en s'accrochant les uns aux autres et en venant frotter les parois. Un tel assemblage n'a plus de propriétés physiques définissables. »

Malgré cet avertissement, j'ai voulu, quand même tenter de mesurer la viscosité des vases et obtenir un chiffre qui matérialiserait le coefficient de viscosité, comme si on avait affaire à un liquide non rigide.

### Appareillage.

Ayant affaire à des matériaux opaques, il était indispensable d'utiliser des méthodes appropriées à ce genre de matériau. Le procédé de la chute de bille fut choisi et le coefficient de viscosité mesuré à l'aide de la formule de STOKES (44) :

Celle-ci peut s'écrire :

$$\mu = \frac{(M - M') \cdot g}{3\pi \cdot D^2 \cdot U}$$

M et M' étant les poids spécifiques de la bille et du milieu; g, l'accélération de la pesanteur, D le diamètre de la bille et U la vitesse de chute;  $\mu$  la viscosité spécifique c'est-à-dire :  $\frac{\eta}{\rho}$

Théoriquement cette formule ne peut pas s'appliquer aux matériaux utilisés car elle implique le fait que le fluide suive la loi de POISEUILLE, ce qui n'est pas le cas ici. Elle implique également la condition que UD et R =  $\frac{UD}{\eta}$  soient petits.

Comme je disposais de tubes cylindriques, il était utile de m'en rapporter à la formule dite de LADENBURG qui tient compte du diamètre du tube et qui s'écrit :

$$R = \frac{D^3}{6} \cdot (M - M').$$

GIBSON et JACOBS (45) reprenant le travail de LADENBURG, fixèrent les corrections dues aux parois.

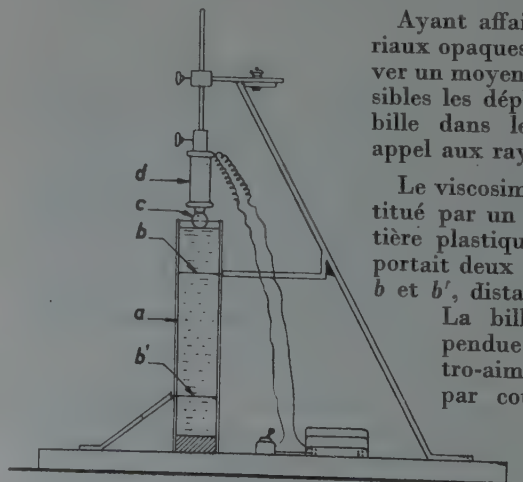


FIG. 16.

Ayant affaire à des matériaux opaques, il fallait trouver un moyen pour rendre visibles les déplacements de la bille dans le tube. Je fis appel aux rayons X.

Le viscosimètre était constitué par un tube a de matière plastique (Rhodoïd), il portait deux bagues en acier b et b', distantes de 20 cm.

La bille c était suspendue au fer d'un électro-aimant d et libérée par coupure du courant dans le circuit de celui-ci.

Avant de



lâcher la bille, celle-ci était amenée en contact avec la surface libre du matériau pour ne pas produire, au départ, une énergie cinétique qui aurait eu pour effet de fausser les résultats en accélérant, au début, sa propagation au sein de l'ensemble (fig. 16). Ce viscosimètre était disposé sur le passage de rayons X et son image était visible sur l'écran fluorescent. Je pouvais ainsi suivre aisément les déplacements de la bille et chronométrer le temps mis par celle-ci pour parcourir la distance entre les deux bagues d'acier.

Je suis loin d'être le premier à avoir utilisé les rayons X pour matérialiser la chute de la bille. Les auteurs russes tels que P. P. LAZAREFF, 1928 (46), B. DERJAGIN et CHANANOV, 1929 (47) et enfin M. P. WOLLAROWITCH, 1934 (48), appliquèrent la même méthode aux échantillons opaques.

HUNTER, 1934 (49) partant d'un principe différent, fit appel au procédé électro-magnétique pour détecter le passage de la bille.

D'autres auteurs utilisèrent, pour les matériaux opaques, des viscosimètres de principe totalement différent. Le viscosimètre H. L. D. PUGH (50) est à chute de cylindre coaxial. Il permet ainsi d'effectuer les mesures rapides de grandes viscosités. Celui de P. J. RIDGER (51) est un viscosimètre à disque tournant, le mouvement étant obtenu par la chute des poids.

Concurremment avec ce viscosimètre, il a été utilisé un appareil à écoulement que l'on trouve dans le commerce et qui sert à mesurer la viscosité des boues de forage. Il est constitué par un entonnoir en cuivre, terminé vers le bas, par un embout en laiton de 1 cm de diamètre. A l'intérieur se trouvent deux repères A et B. On mesure le temps mis par le matériau pour s'écouler entre les deux repères (fig. 17).

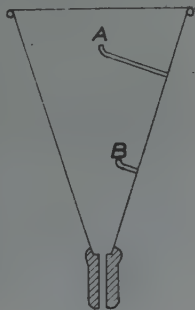


FIG. 17.

## Mesures.

Muni de ces deux appareils, j'ai donc essayé de mesurer la viscosité des vases.

Je me suis immédiatement heurté à des difficultés quasi-insurmontables.

Lorsque la bille était lâchée à la surface du matériau, la plupart du temps, elle ne descendait pas et *flottait* sur ce matériau; dans d'autres cas, elle descendait de quelques centimètres puis s'arrêtait. Si alors, on imprimait une secousse au matériau thixotropique, la bille continuait sa course avec un mouvement uniformément retardé puis s'arrêtait de nouveau, une nouvelle secousse lui faisait faire un nouveau bond. Je n'ai trouvé aucun matériau naturel dans lequel la bille soit descendue jusqu'au fond du tube. Pour des matériaux très fins et en très faible concentration (400 % d'eau), la bille arrivait à descendre assez bas mais soit par saccades, soit d'un mouvement retardé et finissait par s'arrêter. Si la concentration variait suivant la verticale, le phénomène était encore plus perturbé et la bille ralentissait rapidement son mouvement. Au-dessous de la limite de liquidité, les expériences n'étaient même plus possibles.

Il semble possible de reprendre ces essais en soumettant le matériau à un faisceau d'ultra-sons.

Dans l'utilisation du viscosimètre à écoulement, je tombais sur les mêmes difficultés. Le matériau refusait de s'écouler, ou bien il s'écoulait par saccades; il tombait en petite quantité et l'écoulement s'arrêtait de nouveau. De petits tapotements sur le viscosimètre avaient pour effet d'accélérer l'écoulement par rupture de l'édifice thixotropique. En somme, je retrouvais exactement les mêmes phénomènes que ceux observés dans le viscosimètre à chute de bille.

Confirmant l'affirmation de J. DUCLAUX, je constatais que la mesure de la viscosité de tels matériaux était une opération absolument illusoire.

## CHAPITRE V

### PERMÉABILITÉ

#### Définition.

La perméabilité est la propriété qui permet, à un matériau de surface connue et d'épaisseur constante, de laisser filtrer une certaine quantité de liquide par unité de temps.

Certains corps sont complètement imperméables (à la pression ordinaire), tels que les métaux, le verre, les matières plastiques, etc. D'autres sont perméables comme le sable, la craie, le tuf (grès à ciment calcaire), certains calcaires, etc. D'autres corps, enfin, ont une perméabilité variable avec les conditions dans lesquelles s'effectue la filtration.

Il ne faut pas confondre la perméabilité avec la porosité. La perméabilité a été définie plus haut. Quant à la porosité c'est le volume des vides du matériau considéré. Ainsi un corps poreux peut être imperméable car les cavités peuvent être fermées comme c'est le cas dans la meulière ou la pierre ponce. Mais, par contre, un corps perméable est toujours poreux.

Dans le cas d'une perméabilité en grand, la circulation dans les canaux du matériau se fait en régime turbulent ou de VENTURI, tandis que dans le cas d'une perméabilité en petit, cette circulation se fait en régime laminaire ou de POISEUILLE. Pour obtenir une perméabilité en grand, il



faut que le matériau possède des fissures ou des canaux macroscopiques tandis que dans le cas d'une perméabilité en petit, les canaux sont microscopiques (pouvoir de percolation).

### Historique.

Les travaux sur la perméabilité des roches en général et des pierres calcaires en particulier sont très nombreux dans toutes les langues. Je ne peux pas tenter ici leur analyse qui sortirait du cadre de ce travail. Dans certains paragraphes, j'aurai l'occasion d'indiquer, en passant, les analogies ou les différences qui existent entre le comportement des sédiments et celui des pierres dans les mêmes conditions d'expériences. Dans l'étude de la perméabilité des pierres, les travaux n'ont pas porté seulement sur les liquides, certains auteurs ont employé des gaz et ont étudié le processus du passage de ceux-ci à travers des canaux capillaires des roches. Cette méthode semble devoir présenter certains avantages dans le cas d'ensembles délitables. Dans ces études, les auteurs ont constaté certaines anomalies. J'aurais l'occasion d'en dire un mot plus loin (63 à 67).

En 1855, dans son ouvrage resté célèbre, *Les fontaines publiques de Dijon*, DARCY (52) a jeté les bases de l'étude de la perméabilité de tous les corps perméables. La formule qu'il avait établie est une abstraction, valable pour des cas simples. Dans la pratique, elle se trouve vérifiée en première approximation, mais si on serre le phénomène de plus près, on constate des anomalies assez importantes pour les ensembles naturels. L'objet de ce chapitre est justement d'étudier les facteurs qui créent ces anomalies et d'en fixer l'importance.

La formule de la loi de DARCY s'écrit (voir fig. 19) :

$$v = Ki \quad \text{avec} \quad i = \frac{h}{l} \quad \text{et} \quad Q = Vs$$

$$\text{d'où} \quad \frac{Ql}{sh} = K$$

dans laquelle,  $Q$  est le débit en unité de volume par unité de temps;  $l$ , la hauteur de l'échantillon;  $s$ , sa surface et  $h$ , la hauteur d'eau (y compris la hauteur  $l$  de l'échantillon).  $K$  est alors le coefficient de perméabilité de DARCY. Il a les dimensions d'une vitesse.

Il semble utile de faire une remarque importante. La loi de DARCY n'est valable que lorsque le régime permanent est atteint c'est-à-dire lorsque le débit  $Q$  est proportionnel

au temps :  $\frac{dQ}{dt} = 0$ . N'ayant pas tenu compte de cette

remarque, certains auteurs ont fait de grosses erreurs et ont abouti ainsi à de nouvelles formules qui ne corrigeaient en rien la loi de DARCY. Ce régime permanent est atteint plus ou moins vite suivant la nature du matériau étudié.

De nombreux auteurs ont essayé de vérifier la loi de DARCY en utilisant diverses substances.

E. TATE (53), en 1860, employa des substances telles que le coke, le charbon de bois, les étoffes de laine et la paraffine. Ses résultats ne sont pas en accord complet avec la loi de DARCY. Il a constaté une diminution du débit avec le temps, mais avec existence d'une limite critique

inférieure de la vitesse. En d'autres termes il existe une vitesse critique au-dessus de laquelle apparaissent les anomalies. Il est devenu commun d'appeler ce phénomène : l'effet Tate. J'aurai l'occasion d'y revenir longuement plus loin.

D'après F. DUCLAUX, 1872 (54), la loi de DARCY est vérifiée pour la terre de pipe (kaolin) et pour le plâtre.

Le travail de J. BRUNHES, 1881 (55), est très important pour cette étude car il porte sur le sable. Cet auteur a montré que, pour une même épaisseur de sable et pour une même hauteur  $h$  le débit est proportionnel au carré du diamètre des grains (donc de la dimension des canaux) et en raison inverse de la viscosité du liquide filtrant. Il a également retrouvé, pour les sables, l'effet TATE. BRUNHES a préconisé la formule suivante :

$$\frac{Q}{S} = A \frac{\rho g h}{\mu l} D^2$$

où  $\mu$  est la viscosité du liquide;  $\rho$ , la masse spécifique;  $g$ , l'accélération de la pesanteur du lieu et  $D$  le diamètre des grains de sable. Cette formule ne peut s'appliquer qu'aux sables monodispersés, ce que l'on ne trouve jamais dans la nature. Dans le paragraphe consacré à l'influence de la granulométrie sur la perméabilité j'aurai l'occasion de revenir sur cette importante question.

M. PORCHET, lui aussi (56), s'appliqua à vérifier la loi de DARCY en se servant d'échantillons de sables. Il constata des écarts de l'ordre de 5 %.

K. TERZAGHI étudia les argiles et les sables. Pour les argiles, il constata que la loi de DARCY se vérifie approximativement, mais dès que les argiles devenaient très compactes, des écarts surgissaient. Cet état de fait s'explique par la prédominance dans les petits canaux de phénomènes capillaires et des effets de surface. Pour les sables, il donna une formule compliquée que je ne reproduis ici que pour mémoire car, manquant de simplicité, elle ne peut avoir d'utilité pratique. C'est surtout cette dernière qualité que je rechercherai toujours au cours de ce travail.

TERZAGHI exprime ainsi la constante de DARCY :

$$B = \omega \frac{\rho}{\mu} \left( \frac{P - 0,13}{\sqrt{1 - P}} \right)^2 C$$

où  $\omega$  est une constante dépendant de la forme des grains;  $P$  est la porosité (probablement la perméabilité dans l'idée de TERZAGHI);  $C$  est le diamètre déterminant, valeur fictive qui correspond à l'abscisse du point de la courbe granulométrique dont l'ordonnée est 0,1. Quant à  $B$ , c'est la constante de perméabilité comparable à celle de DARCY.

Tout dernièrement, L. A. SACKMANN et L. HUGHES (58) ont vérifié, pour les sables, la formule de DARCY. Ils ont travaillé sur du sable monodispersé et ont précisé l'influence de la température, des variations de la perte de charge, de la porosité et de la granulométrie. Leur travail a été effectué avec un constant souci de précision. Ils constatent que la loi de DARCY est vérifiée à 1/1 000<sup>e</sup> près. Il faut remarquer qu'ils ont employé des matériaux propres, d'un diamètre constant. Les mesures auraient été plus difficiles si les auteurs avaient utilisé du sable polydispersé ou de la vase. Ils décrivent un perméabilimètre de précision (fig. 18).



L. HUGHES (58), dans un très intéressant exposé à la Société de Physique (section méditerranéenne), a défini l'effet TATE dans les expériences de perméabilité des couches pulvérulentes. Je cite textuellement ses conclusions :

« 1° La couche de sable ne s'affaisse que sous l'action du courant liquide;

« 2° A porosité constante, le débit est lui-même constant;

« 3° Lorsque la porosité diminue, il en est de même du débit, qui est une fonction rapidement croissante de la porosité. »

Quant à l'effet TATE, il constate :

« A) L'effet TATE est la résultante de deux phénomènes qui superposent leurs effets :

1° Le colmatage des vides interstitiels du sable par les fines particules contenues soit dans l'eau soit dans le sable, avec interactions, possibles et même certaines, entre les grains, les particules colloïdales et l'eau.

2° L'affaissement de la couche et, par suite, la diminution du volume des vides interstitiels, dû aux déplacements relatifs des grains sous l'action du courant liquide.

B) L'effet TATE cesse pour un sable et une eau dépourvus de colloïde lorsque l'affaissement de la couche cesse lui-même, c'est-à-dire lorsque la porosité reste constante. »

Il faut remarquer que HUGHES emploie le mot porosité dans le sens de perméabilité.

Comme nous aurons l'occasion de le voir plus loin, mes propres expériences concordent parfaitement avec les conclusions de HUGHES.

P. URBAIN (59) a étudié la perméabilité des argiles et a constaté la grosse influence de l'ionisation de l'eau de filtration. Comme il s'agit uniquement des argiles, je n'analyserai pas ce travail, me contentant de le citer pour mémoire.

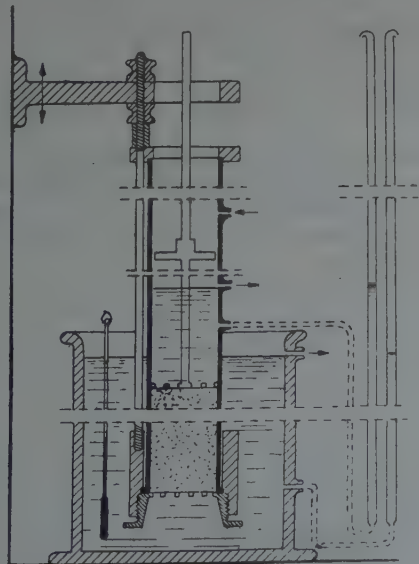


FIG. 18.

## Appareillage.

J'ai mis au point un appareil simple qui permet de faire des mesures rapides de perméabilité pour tous les matériaux meubles. Cet appareil est essentiellement formé de trois parties : la partie supérieure sert à l'alimentation en liquide filtrant, la partie centrale contient l'échantillon et la partie inférieure permet l'écoulement du filtrat. Les trois parties, assemblées par deux carcans en bois P (reliés entre eux par deux tiges filetées), sont serrées à l'aide d'écrous à oreilles. La partie supérieure est composée d'un ballon D, surmonté de deux robinets A et B, destinés au remplissage. L'extrémité inférieure du col du ballon, taillée en biseau, permet d'obtenir un niveau constant d'eau dans le tube cylindrique N. Le raccord C ne sert que lorsque l'appareil est destiné à mesurer la perméabilité à haute pression; dans ce cas, la surpression (air comprimé) est appliquée en C et mesurée à l'aide d'un manomètre métallique (non représenté sur la figure). Lorsqu'on mesure la perméabilité sous charge nulle, le raccord C reste ouvert à l'air libre. La partie centrale est séparée de la partie supérieure par une plaque en porcelaine perforée I serrée entre deux joints de caoutchouc F. La partie centrale est simplement constituée par un tube en verre M à bords rodés, de rayon  $r$  et de hauteur  $l$ . Elle est séparée de la partie inférieure par une plaque en porcelaine poreuse J serrée entre deux joints en caoutchouc F. La partie inférieure est constituée par un entonnoir-tulipe R qui permet l'écoulement du filtrat. On dispose généralement d'une série de plaques poreuses en porcelaine ou en verre fritté, car il est indispensable d'avoir une plaque dont la porosité soit largement supérieure à celle de l'échantillon à étudier (fig. 19).

Pour obtenir plus de précision, il est également possible d'immerger la surface inférieure de l'échantillon. Dans ce cas, l'entonnoir R est supprimé et remplacé par une cuve à eau.

Cet appareil peut également servir à la mesure de la perméabilité des roches ou de tout autre matériau. Il suffit de remplacer le cylindre M par une plaque du matériau à étudier, de la serrer entre les deux carcans et de mesurer le débit.

L'appareil peut également servir à la mesure de la perméabilité de n'importe quel matériau aux gaz. Dans ce cas, une pression constante de gaz est appliquée sur l'embout C et, en l'absence totale d'eau dans l'appareil, on mesure, à la sortie de l'entonnoir R, le débit gazeux sur une cuve à eau ou à mercure.

L'intérêt de cet appareil réside en deux points (60) :

1° Sa grande simplicité et la facilité de sa construction;

2° Son universalité : il permet de mesurer la perméabilité de tous les matériaux à tous les liquides et à tous les gaz de 0 à 2 kg/cm<sup>2</sup> de pression.

Lorsqu'on désire mesurer la perméabilité d'un sédiment meuble, le mode opératoire est très simple et consiste en trois opérations : remplissage de la partie centrale avec l'échantillon, remplissage du ballon D avec le liquide filtrant et mesure du débit filtré recueilli dans une éprouvette graduée. Pour éviter les fuites, entre les parois du récipient



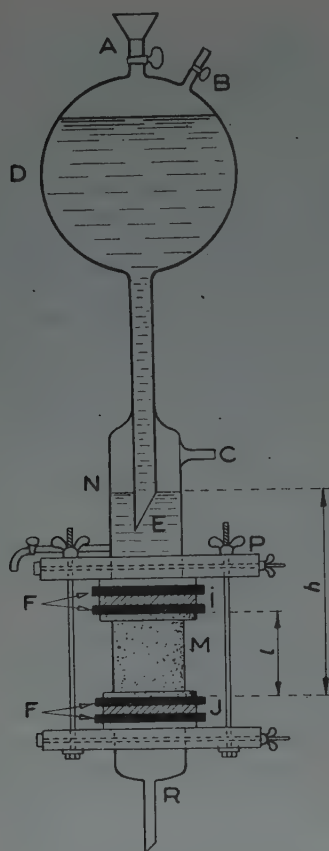


FIG. 19.

et l'échantillon, on enduit ces parois d'une couche de vaseline, ou même mieux d'un mélange de vaseline et de lanoline, qui permet à l'échantillon d'adhérer fortement au verre.

Lorsqu'on étudie la perméabilité d'un sable, matériau à peu près homogène dans son ensemble, il n'existe pas de canaux préférentiels par lesquels puisse s'écouler le liquide et qui seraient susceptibles de fausser les résultats. Dans le cas d'une vase, le problème est tout autre. Pour mesurer la perméabilité d'une vase *in situ*, il faut prendre un échantillon qui ne présente pas de fissure ou de fentes. Dans le cas d'une vase provenant d'un *schorre*, il faut se méfier des fentes de dessiccation, ou des perforations dues aux larves d'insectes, par lesquelles le liquide filtrant risque de s'écouler rapidement; la mesure de la perméabilité est alors faussée, elle se trouve très nettement supérieure à ce qu'elle devrait être en réalité. Lorsqu'on a affaire à un échantillon granulométriquement hétérogène, le passage de l'eau entraîne les petites particules qui colmatent les vides entre les particules de taille plus importante. La perméabilité, dans ce cas, varie avec le temps et finit par atteindre une valeur minimum constante. Cette valeur de la perméabilité ne correspond pas à la perméabilité de l'échantillon initial mais à celle d'un autre matériau dérivé du premier par remaniement. La perméabilité de l'échantillon *in situ* est celle mesurée tout à fait au début de l'expérience, lorsque le remaniement n'a pas encore eu le temps de transformer le matériau.

## Mesures.

Les mesures qui ont été effectuées sur les sédiments meubles, naturels et artificiels, ont tendu d'abord à vérifier la loi de DARCY (influence des divers facteurs tels que  $s$ ,  $l$ ,  $h$ ) puis à étudier la variation de la perméabilité en fonction de la nature du matériau et du liquide filtrant. Je me suis contenté d'utiliser l'eau comme liquide filtrant pour rester toujours aussi près que possible des phénomènes de la nature.

### 1<sup>o</sup> VÉRIFICATION DE LA LOI DE DARCY.

En vue d'étudier les variations du coefficient de perméabilité  $K$ , j'ai fait jouer successivement trois facteurs : surface  $s$  de l'échantillon, hauteur  $l$  de l'échantillon, charge d'eau  $h$  supportée par celui-ci.

#### a) Influence de la surface de l'échantillon.

Pour éliminer l'influence de tous les autres facteurs, j'ai choisi comme matériau à étudier un sable de Fontainebleau. Il était propre, blanc, presque homogène dans son ensemble. Les expériences ont consisté à faire varier le diamètre  $d$  de la surface utile de l'échantillon. Cette variation a pu être obtenue en utilisant des tubes  $M$  de différents diamètres. La conformation de l'appareil n'a pas permis de faire varier cette dimension dans de très larges limites (seulement entre 2 et 12 cm). Dans ce domaine la loi de DARCY a été rigoureusement vérifiée.

Le tableau ci-dessous donne les coefficients de perméabilité du sable de Fontainebleau pour diverses valeurs du diamètre  $d$  :

$d$	2	4	5	7	9	10	12 cm
$K$	0,492	0,492	0,492	0,491	0,491	0,492	0,492 cm/mn

On peut remarquer que  $K$  est constant.

#### b) Influence de la hauteur $l$ de l'échantillon.

Des expériences semblables, également sur du sable de Fontainebleau, ont été conduites en faisant varier la hauteur  $l$  de l'échantillon de 2 à 10 cm. J'ai constaté une très légère variation de  $K$ , comme le montre le tableau ci-dessous :

$l$	2	3,5	4,5	5	7,8	10 cm
$K$	0,56	0,55	0,53	0,53	0,52	0,48 cm/mn

La figure 20 montre que la courbe représentative (valeurs de  $l$  en abscisses et de  $K$  en ordonnées) est une droite faiblement inclinée sur l'axe des abscisses. La variation de  $K$  en fonction de  $l$  est donc linéaire, la faible inclinaison de la droite représentative prouve que l'écart par rapport à la loi de DARCY est faible et peut être négligé en première approximation.



J'ai effectué des essais en utilisant d'autres matériaux que le sable de Fontainebleau, j'ai toujours obtenu des droites faiblement inclinées sur l'axe des abscisses.

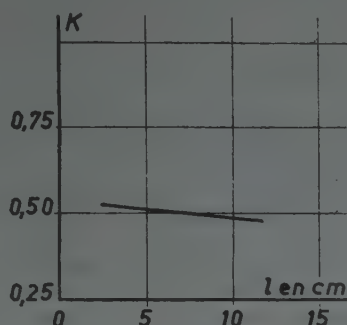


FIG. 20. — Variation de la perméabilité  $K$  avec la hauteur  $l$  de l'échantillon. (Sable de Fontainebleau.)

### c) Influence de la charge d'eau $h$ supportée par l'échantillon.

Tous les autres facteurs restant constants, j'ai effectué des essais au cours desquels  $h$  variait depuis une pression de quelques centimètres d'eau jusqu'à 3 000 cm d'eau. Pour effectuer ces expériences, sur l'embout C du perméabilimètre, a été appliquée une pression, mesurée à l'aide d'un manomètre à mercure, jusqu'à 1 000 cm d'eau et d'un manomètre métallique de 1 000 à 3 000 cm. Pour obtenir ces surpressions, j'ai utilisé l'air comprimé, dont le débit était réglé à l'aide d'un robinet à pointeau. Toutes les pressions ont été exprimées en centimètres d'eau.

Les premières expériences ayant montré des anomalies dans la loi de DARCY, toute une série d'expériences sur des matériaux très différents a été effectuée. Les principaux résultats sont condensés dans le tableau ci-dessous :

Un simple examen de ce tableau permet de voir que le coefficient  $K$  n'est pas constant quand  $h$  varie. Les varia-

térêt, car on ne sait plus exactement à quel genre d'échantillon on a affaire.

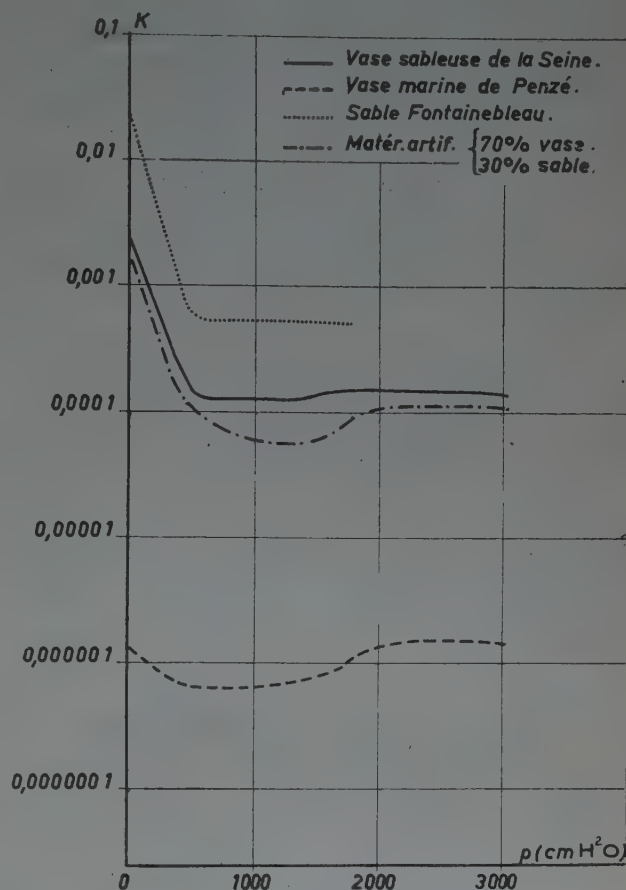


FIG. 21. — Variation du coefficient  $K$  avec la charge d'eau (pression :  $p$ ).

ORIGINE	APPELLATION	% SABLE	0	500	1 000	1 500	2 000 cm/H <sub>2</sub> O
Fontainebleau.....	sable	99	0,032	0,0008	0,0007	0,0007	0,00065
Seine .....	sable	66	0,0033	0,00015	0,00019	0,00009	0,00017
Matériaux artificiels .....	70 % vase	30	0,0025	0,00011	0,00008	0,00007	0,00012
Penzé .....	vase marine	12	0,000016	0,000008	0,000008	0,000009	0,000013

tions de  $K$  sont même importantes :  $K$  tend à diminuer à mesure que  $h$  augmente. Cela ne signifie nullement que le débit  $Q$  diminue avec la pression, ce qui serait une absurdité.  $Q$  augmente, bien entendu, avec la pression mais le coefficient de perméabilité  $K$ , lui, diminue d'une certaine manière, qui sera précisée en étudiant les courbes.

Il faut remarquer que, quand on diminue la pression pour revenir à la pression nulle (de quelques centimètres d'eau), on ne repasse pas par les mêmes valeurs de la perméabilité. Il s'est produit une profonde modification de l'échantillon par le déplacement des fines particules et par colmatage. Aussi l'examen des valeurs de  $K$ , quand on diminue progressivement la pression, ne présente pas d'in-

La figure 21 donne les courbes représentatives de  $K$  en fonction de  $p$  (pression en centimètres d'eau) pour les quatre échantillons mentionnés sur le tableau ci-dessus.

Ces quatre courbes ne sont pas semblables. Le phénomène varie donc suivant la nature du matériau (principalement sa granulométrie). Malgré leur dissemblance les quatre courbes ont une allure commune. Les deux sables se comportent de la même manière, l'augmentation de  $K$  par colmatage n'existe que pour les vases. Le coefficient  $K$  commence d'abord par diminuer jusqu'à une certaine pression  $p_c$  que j'appellerai la *pression critique* et qui se place aux environs de 500 cm d'eau. Le coefficient, après cette pression, tend encore un peu à diminuer puis,



à partir de 2 000 cm d'eau, il devient constant : la courbe est alors une droite parallèle à l'axe des abscisses. Il est donc visible que la loi de DARCY est en défaut entre 0 et 2 000 cm d'eau; au delà de cette valeur, elle se vérifie. Ce phénomène s'explique aisément par le colmatage et le remaniement qui se produisent au début de l'expérience, c'est-à-dire aux pressions assez basses. A partir d'une certaine valeur de la pression, l'empilement est devenu optimum, le coefficient K demeure constant.

Les courbes pour les quatre échantillons ne sont pas identiques. Cette dissemblance s'explique par les différences de structure et de granulométrie des divers matériaux analysés. Ce sont les matériaux les plus hétérogènes (polydispersés) qui présentent le plus d'anomalies à la loi de DARCY.

Pour mettre en évidence l'influence de cette hétérogénéité, j'ai effectué des essais de perméabilité sur trois matériaux monodispersés : sable de  $170 \mu$  de diamètre moyen, poudre de  $20 \mu$  et poudre de  $7 \mu$ . Les résultats ont été portés sur la figure 22. On voit que le sable donne une courbe qui présente un léger minimum tandis que les poudres donnent pratiquement des droites. La loi de DARCY est donc vérifiée pour tous les matériaux monodispersés (en l'absence de colloïdes dans le matériau et dans le liquide). Cette constatation contribue à expliquer les anomalies dans l'étude de la perméabilité des échantillons naturels.

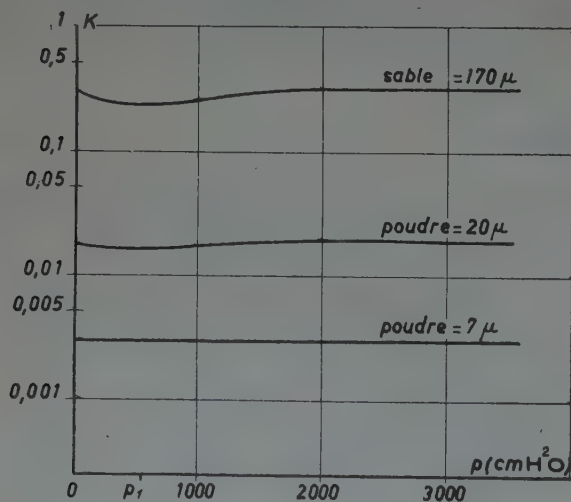


FIG. 22.

Il est indispensable de faire une remarque quant à la représentation graphique utilisée dans les deux figures précédentes. L'axe des abscisses porte les pressions  $p$  exprimées en centimètres d'eau, l'échelle est linéaire et ne soulève aucun commentaire. Sur l'axe des ordonnées sont portées les valeurs du coefficient K de perméabilité. Comme ce coefficient varie, pour divers échantillons, de  $10^{-2}$  à  $10^{-6}$  il est impossible d'employer l'échelle linéaire et j'ai été obligé de prendre une échelle logarithmique; pourtant, cette dernière a un gros inconvénient, car elle déforme complètement les courbes et peut masquer quelquefois une particularité intéressante.

## II. — INFLUENCE DU TEMPS DE FILTRATION SUR LA VALEUR DE K.

Lorsqu'on effectue la mesure de la perméabilité de n'importe quel échantillon naturel, on s'aperçoit que le débit diminue rapidement avec le temps. Tous les autres facteurs restant constants, si Q varie c'est que K varie. A première vue, cette constatation semble prouver que la loi de DARCY est en défaut pour la plupart des échantillons naturels. Cette loi stipule que le régime permanent doit être atteint, mais cette restriction ne veut pas dire qu'il faut attendre que l'échantillon se trouve être dans un état de compacité optimum pour obtenir la constance de K. Si l'échantillon ne subissait aucune transformation interne, pour les faibles épaisseurs sur lesquelles j'ai opéré, le régime permanent serait atteint en quelques minutes. A première vue, il y a donc là une anomalie à la loi de DARCY due à une transformation interne du matériau. Mais peut-on appeler cela une anomalie puisqu'on a affaire à un échantillon qui se transforme progressivement au cours de l'expérience en tendant vers une organisation stable? Lorsque cette organisation est atteinte, le coefficient K reste constant. Pratiquement elle n'est jamais atteinte intégralement. K continue à diminuer; sa valeur tendant vers une limite et la courbe représentative de K en fonction du temps tend vers une asymptote. Comme, à partir d'un certain nombre de jours, les variations deviennent très faibles, on peut considérer que K devient constant. D'ailleurs, dans la pratique, ces variations deviennent si faibles qu'elles sont confondues avec celles résultant de diverses causes d'erreurs systématiques ou accidentelles. Ce phénomène a été observé pour la première fois par TATE et s'appelle : l'effet TATE.

Tous les échantillons naturels ne se comportent pas de la même manière, comme on pourra s'en rendre compte sur le graphique de la figure 23. J'ai rassemblé là sept échantillons aussi différents que possible tant par leur nature que par leur granulométrie.

Les échantillons ont les caractéristiques suivantes :

ORIGINE	N° GRAPHIQUES	% SABLE	% CALCAIRE
Mont Saint-Michel (tange).	1	8	37
Seine (sable vaseux).....	2	66	0
Luxembourg (vase d'eau douce).....	3	1	8
Quartz artificiel ( $10 \mu$ ).....	4	0	0
Charleville (vase).....	5	5	5
Penzé (vase maritime).....	6	20	0
Quartz artificiel ( $20 \mu$ ).....	9	0	0

En comparant le graphique de la figure 23 aux caractéristiques des divers échantillons, il semble visible que les variations de K sont d'autant plus importantes que le matériau est plus hétérogène (polydispersé). Les poudres de quartz et les vases fines (matériaux à une seule phase) ont des variations de K faibles, contrairement aux sables vaseux ou aux vases sableux (matériaux à deux phases). Ces résultats étaient à prévoir et confirment toutes les hypothèses antérieures.

# PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DES SÉDIMENTS MEUBLES

J'ai appelé  $K_i$  le *coefficient de perméabilité initial*, c'est-à-dire celui qui est obtenu au début de la mesure de la perméabilité et  $K_f$  le *coefficient de perméabilité final* : valeur de  $K$  à partir de laquelle la courbe est une droite parallèle à l'axe des  $x$ .

Le facteur  $\left(\frac{K_i}{K_f} - 1\right) 1000 = Z$  est intéressant à étudier et à comparer au pourcentage de sable de chaque échantillon. A mes yeux, ce pourcentage de sable matérialise l'hétérogénéité du matériau. Celui-ci sera d'autant plus hétérogène que ce pourcentage se rapprochera davantage de 50 %, considérant que tout le reste appartient à la phase pulvérulente ou colloïdale. Ce pourcentage sera donc l'expression de la proportion sable-poudre.

Pour rendre le phénomène plus expressif, j'ai figuré la courbe en coordonnées polaires. Le cercle est divisé en dix secteurs égaux, chacun d'eux ayant pour valeur 10 % de sable. Sur les rayons ont été portées les valeurs du facteur  $Z$ . En joignant les divers points obtenus, pour les sept échantillons précédemment cités, on obtient une courbe curieuse en forme de cœur (fig. 24) qui montre bien que  $Z$  est faible pour les petits et les grands pourcentages de sable, tandis qu'il est maximum pour des valeurs de ce pourcentage voisines de 50 %.

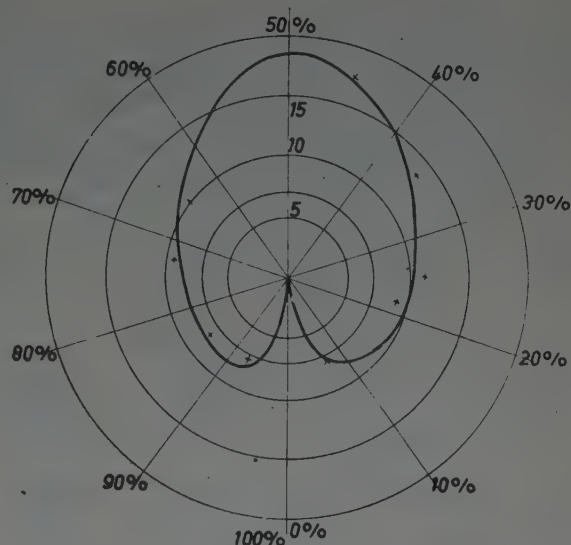


FIG. 21.

Pour serrer le phénomène de plus près et pour éliminer les facteurs inconnus qui peuvent jouer dans les matériaux naturels, j'ai préparé des matériaux semi-artificiels obtenus en mélangeant, dans certaines proportions bien définies, du sable naturel et une vase d'eau douce, ces deux matériaux étant considérés comme monophasés. Sur les échantillons ainsi obtenus les essais de perméabilité ont été effectués. Le tableau ci-dessous condense les résultats.

Pour exprimer plus clairement les résultats de ce tableau, j'ai tracé deux courbes. La première (fig. 25) représente la variation de  $K$  avec le temps ( $K$  est porté en ordonnées sur une échelle logarithmique classique). On a ainsi, pour chaque échantillon, une courbe et l'ensemble forme une série de dix courbes. J'ai éliminé à dessin celle pour laquelle le pourcentage de sable est égal à 100, car elle est linéaire et ne soulève aucune remarque.

L'examen de ces courbes permet de faire les constatations suivantes :

1° La différence entre  $K$  initial et  $K$  final est d'autant plus importante que l'échantillon est plus hétérogène ;

2°  $K$  final est atteint d'autant plus vite que le matériau est plus homogène.

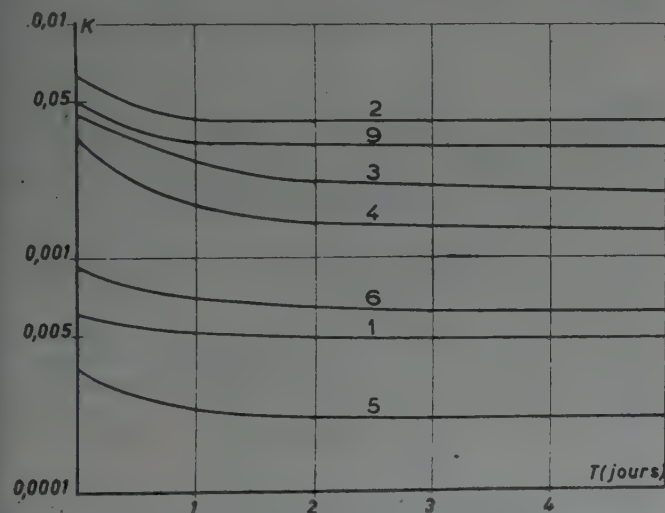


FIG. 23.

% Sable ..	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
% Vase ..	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
1 $j = K_i$ ..	0,000035	0,0000425	0,000089	0,000120	0,00020	0,000296	0,00065	0,00090	0,000191	0,00603	0,65
2 — ..	0,000035	0,000042	0,000087	0,0000994	0,00017	0,00026	0,00058	0,00088	0,000167	0,006	0,65
3 — ..	0,000034	0,000042	0,000086	0,0000981	0,00015	0,00025	0,00052	0,000696	0,000141	0,00592	0,65
4 — ..	0,000034	0,000042	0,000085	0,0000976	0,00013	0,000234	0,00046	0,000576	0,00014	0,00592	
5 — ..			0,000084	0,0000956	0,00012	0,000221	0,00041	0,000540	0,00014	0,00592	
6 $j = K_f$ ..			0,000084	0,0000950	0,00011	0,000216	0,0004	0,000538			
Z .....	29	11	59	263	818	370	625	673	364	19	0



Sur le deuxième graphique (fig. 26), j'ai porté  $Z$  en fonction du pourcentage de sable en coordonnées polaires. Cette courbe appelle les mêmes remarques que celles que j'ai faites au sujet de la figure 24. Il y a deux maxima (vers 65 et 40 % de sable). Cette particularité peut s'expliquer par l'étude de la granulométrie particulière de chaque phase qui forme le matériau complet. Ces deux maxima doivent correspondre à des empilements optima.

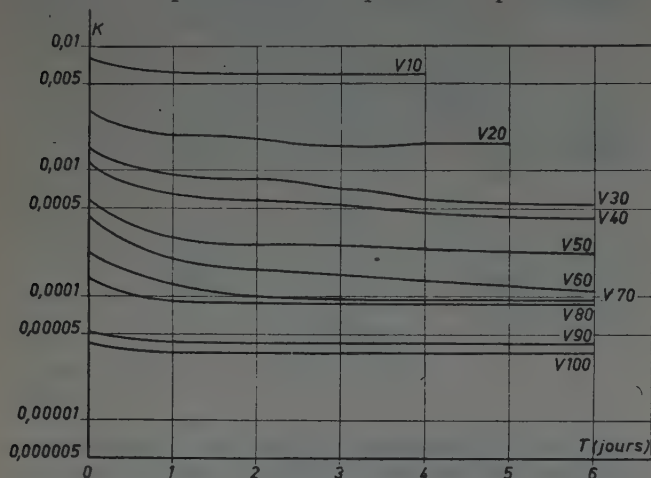


FIG. 25.

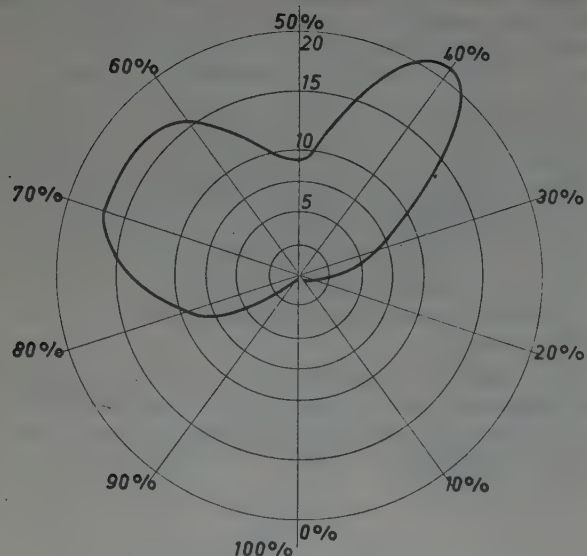


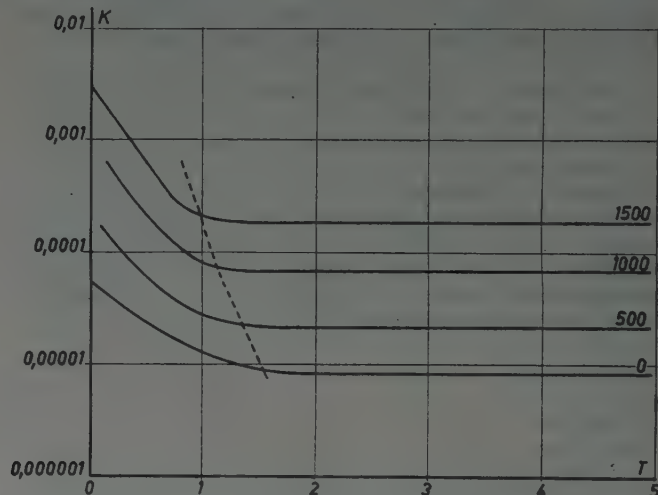
FIG. 26.

Toutes les expériences précédentes ont été effectuées sous pression nulle. Il était intéressant de voir quelle est la variation de  $K$  avec le temps pour différentes pressions. Les courbes de la figure 27 représentent les variations de  $K$  avec le temps pour quatre pressions (0, 500, 1 000 et 1 500 cm d'eau) pour une vase d'eau douce. Elles permettent de faire les deux constatations suivantes :

1° La différence entre  $K$  initial et  $K$  final est plus importante pour les fortes pressions que pour les faibles;

2°  $K$  final (constant) est plus rapidement atteint pour les fortes pressions que pour les faibles.

Ces constatations s'expliquent aisément. La pression de l'eau, donnant une certaine vitesse dans les canaux, déplace, par une action mécanique, un grand nombre de particules. La taille de ces particules entraînées est plus importante pour les fortes pressions que pour une pression nulle, donc la différence entre  $K_i$  et  $K_f$  sera d'autant plus grande que la pression est plus forte. La vitesse de l'eau dans les canaux accélère l'obtention de la compacité optimum,  $K_f$  sera donc atteint d'autant plus rapidement que la pression est plus forte.


 FIG. 27. — Variation du coefficient de perméabilité  $K$  avec le temps pour quatre pressions (exprimées en cm d'eau). (Vase.)

Ayant constaté les effets du temps sur la perméabilité, il faut essayer de rechercher les causes.

A mon avis, trois facteurs tendent à la variation négative du coefficient  $K$  : deux sont inhérents à la nature même du matériau et le troisième est la conséquence des deux premiers.

#### 1° La polydispersion.

On a déjà constaté que plus le matériau est hétérogène et plus la différence entre  $K_i$  et  $K_f$  est importante. Plus haut, on avait remarqué que, sur la courbe en coordonnées polaires, le, ou les maxima peuvent avoir des positions variables suivant la granulométrie propre des diverses phases. On se rend facilement compte de ce phénomène en regardant le dessin de la figure 28 qui montre schématiquement ce que l'on appelle une *granulométrie continue*. Dans une telle granulométrie, les particules ont des diamètres (notion de *sphère équivalente*) tels qu'elles sont entre elles dans un certain rapport rendant possible un assemblage optimum et par conséquent un colmatage parfait (61).

Si on considère un matériau *monophasé*, les vides entre les particules sont généralement importants (même pour les matériaux fins), le  $K_f$  sera atteint dès le début de l'expérience. Si le matériau est formé de deux phases (*biphasé*), il faut, pour que  $K_f$  soit atteint, que les petites particules viennent se placer dans les vides entre les grosses. On aura donc, au début de l'expérience une varia-

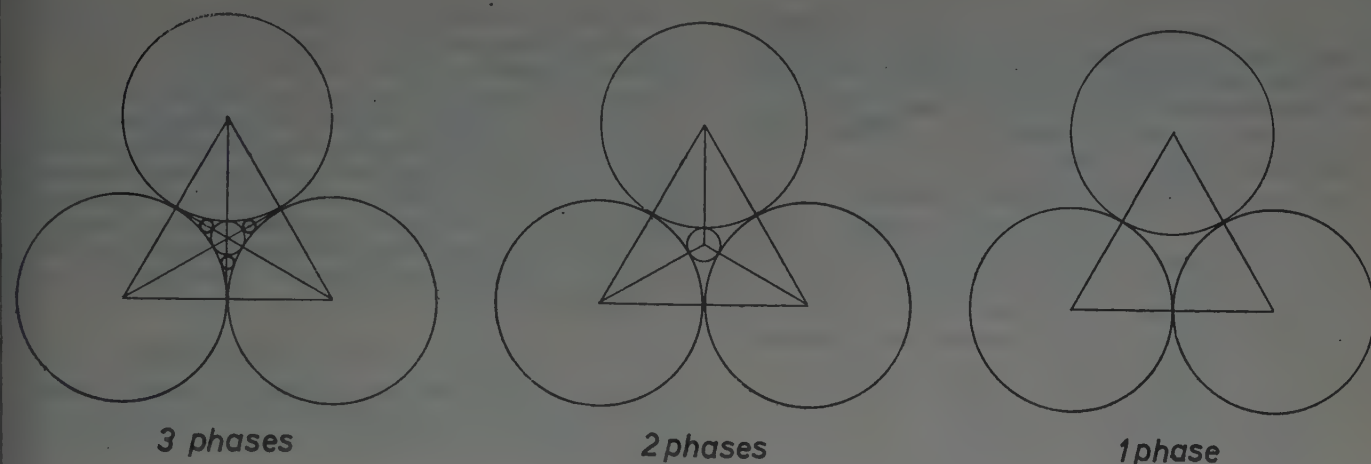


FIG. 28.

tion notable de K avant qu'il ne devienne constant. Pour un matériau triphasé, les particules les plus fines viennent se placer dans les vides du matériau biphasé et les variations de K seront encore plus importantes. Pour que le phénomène atteigne toute son ampleur, il faut que les trois catégories de particules aient des dimensions telles qu'elles soient entre elles dans un certain rapport afin que les vides soient bouchés au maximum (62).

En poussant le raisonnement au bout, on peut avoir théoriquement une série de particules qui bouchent complètement les pores, obtenant ainsi un matériau imperméable.

Voici les résultats des perméabilités pour trois sables dont les diamètres sont dans le rapport voulu. Je donne les coefficients K pour chacun d'eux et pour les mélanges bi et triphasés.

Le tableau ci-dessous réunit les résultats :

ÉCHANTILLON INITIAL		PARTIE SUPÉRIEURE		PARTIE INFÉRIEURE	
sable	vase	sable	vase	sable	vase
%	%	%	%	%	%
0	100	0	100	0	100
10	90	16	84	18	92
20	80	22	78	16	84
30	70	34	66	24	76
40	60	46	54	32	68
50	50	40	60	60	40

## 2° La teneur en calcaire.

A l'exclusion de quelques sables, la plupart des échantillons naturels ont une teneur, quelquefois d'ailleurs faible, en calcaire. J'ai éliminé de cette étude, les sédiments à forte teneur en calcaire. Ainsi je ne me suis occupé ni des tangles (24) ni des glaises, ni des vases calcaires du genre de celles que l'on trouve dans l'étang de Berre.

Pourtant le calcaire, même à faible teneur, a une certaine influence sur la variation du coefficient K avec le temps. Les expérimentateurs qui étudient les pierres calcaires sont habitués à observer ces phénomènes (62 à 67).

M. FÉRET (73) du Laboratoire du Bâtiment écrit : « Le débit relativement élevé décroît assez rapidement et commence à se stabiliser au bout d'un certain temps ou d'un écoulement plus ou moins long. A cet état, il est environ quatre fois moindre qu'au début de l'essai. Cet effet est dû sans doute à des colmatages provenant du déplacement du carbonate de chaux par dissolution et certainement aussi par les particules charriées par l'eau... »

Dans le cas des pierres calcaires, l'eau contenant du gaz carbonique dissout le carbonate de calcium et le dépose sur la surface de sortie où il forme une couche de calcin. On observe également le même phénomène dans les bétons.

Dans les vases, il y a toujours du carbonate de calcium et la variation du coefficient K est en partie due à la pré-

N°	MATÉRIAUX	DIA- MÈTRE	RAPPORT des tailles	VOLUME	POIDS	NOMBRE	K
		mm		mm <sup>3</sup>	mg		
1	sable monophasé.	1,7	1	2,56	6,91	2	2,125
2	—	0,381	0,22	0,028	0,076	1	0,8
3	—	0,067	0,00023	0,00015	0,0004	2	0,140
	sable biphasé....		1+2				1,088
	sable triphasé....		1+2+3				0,450

Il faut remarquer que les poids des sables 2 et 3 sont très faibles. Par incorporation de petites quantités de poudres à des sables, on peut ainsi rendre ces sables très peu perméables.

Pratiquement, l'eau de filtration entraîne les particules fines et les accumule dans la partie inférieure de l'échantillon. En faisant la granulométrie (séparant seulement les deux phases : poudre et sable) des surfaces supérieures et inférieures de l'échantillon après une filtration de 6 j, j'ai pu constater une différence notable. Les échantillons utilisés ont été les matériaux semi-artificiels, à teneur variable de sable, précédemment décrits.



sence de ce corps. Pour me rendre compte si réellement il y a déplacement du carbonate de chaux, j'ai mesuré les teneurs en calcaire sur les surfaces supérieures et inférieures des échantillons après une filtration de 3 semaines.

J'ai choisi comme échantillons, les matériaux semi artificiels précédemment décrits.

Ces mesures ont donné les résultats suivants :

ÉCHANTILLON INITIAL		PARTIE SUPÉRIEURE	PARTIE INFÉRIEURE
Sable	Vase	Calcaire	Calcaire
%	%	%	%
0	100	1,5	2,2
10	90	2,4	3,1
20	80	3,3	4,2
30	70	4,1	5,3
40	60	5,0	6,4
50	50	5,9	7,6
60	40	7,0	8,6
70	30	8,0	9,7
80	20	9,0	10,7
90	10	9,8	11,6
100	0	10	12,5

Avant la filtration, il avait été incorporé 2 % de calcaire à la vase et 11 % au sable.

On voit bien d'après ce tableau qu'il y a transport de carbonate de chaux de la partie supérieure vers la partie inférieure.

### 3° Le tassement.

Puisque les petites particules colmatent les canaux existant entre les grosses, il se produira fatalement un certain tassement de tout l'échantillon au cours de la filtration. Ce tassement aura pour conséquence une diminution de la teneur en eau.

J'ai porté sur le même tableau, les valeurs de la teneur en eau initiale avant la filtration, la teneur en eau moyenne après une filtration de 6 j et le tassement exprimé en pour cent de la hauteur initiale de l'échantillon,  $T_i - T_f$  est la différence entre la teneur en eau initiale et la teneur en eau finale :

ÉCHANTILLON INITIAL			ÉCHANTILLON FINAL		
sable	vase	teneur en eau $T_i$	teneur en eau finale $T_f$	$T_i - T_f$	tassement
%	%				%
0	100	86,4	80,2	6,2	5
10	90	80,1	50,5	29,6	18
20	80	72,1	45,6	26,5	16
30	70	70,4	47,2	23,2	14
40	60	65,2	36,1	29,1	15
50	50	58,7	32,4	26,3	16
60	40	54,6	30,1	24,5	18
70	30	54,2	25,2	29,0	21
80	20	53,8	26,1	27,7	20
90	10	53,1	28,7	24,4	17
100	0	48,5	47	1,5	1

D'après les données de ce tableau, on voit qu'il se produit un colmatage qui se traduit par un tassement d'où une diminution de la teneur en eau  $T_f$ .

D'autres facteurs, tels que les variations de pH, l'évaporation à la surface inférieure de l'échantillon, etc., peuvent influencer sur les variations du coefficient de perméabilité K; mais on peut considérer ces facteurs comme ayant une importance très faible et les classer dans les causes d'erreurs accidentelles. Si les expériences sont menées avec soin, seul le colmatage, le transport de calcaire et le tassement tendent à faire diminuer le coefficient K avec le temps de filtration.

### III. — INFLUENCE DE LA GRANULOMÉTRIE.

La taille des particules, qui forment le sédiment, a une grosse influence sur la perméabilité de ce sédiment, car l'espace compris entre les particules est fonction de la taille de celles-ci.

Sur les sédiments naturels, on constate aisément l'influence de la taille des particules; les vases ont des coefficients de perméabilité de l'ordre de  $10^{-6}$ , tandis que pour les sables, ce coefficient varie entre  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ . Il faut remarquer que, pour les sédiments naturels, la granulométrie n'est pas seule à intervenir pour justifier ces différences.

Pour simplifier ces phénomènes et ne faire jouer qu'un seul facteur, j'ai préparé, par tamisage ou sédimentation, une série de sables et de poudres sur lesquels j'ai mesuré le coefficient de perméabilité. D'après la formule de BRUNHES (55), le coefficient K doit être proportionnel au carré des diamètres des particules, aussi sur le tableau, je donne également  $D^2$  et le rapport  $\frac{K}{D^2}$  :

D	$D^2$	K	$K D^2$
mm.	mm <sup>2</sup>	cm/mm	
1,7	2,89	2,125	0,7
0,84	0,72	1,24	1,7
0,82	0,67	1,15	1,7
0,53	0,28	0,93	3,3
0,38	0,14	0,80	5,7
0,27	0,072	0,71	10
0,23	0,052	0,65	12
0,21	0,044	0,59	13
0,15	0,022	0,235	10
0,067	0,0045	0,140	31
0,020	0,0004	0,0143	36
0,007	0,000049	0,0021	42

L'examen de ce tableau montre que la perméabilité diminue avec la taille des particules. La figure 29 représente la courbe de variation de K en fonction de D. Sur les deux axes, les échelles sont logarithmiques. La courbe n'est pas une droite. L'examen du tableau permet de constater que la formule de BRUNHES ne se trouve pas vérifiée; le coefficient de perméabilité n'est pas proportionnel à  $D^2$  car  $\frac{K}{D^2}$  varie dans des proportions très notables et augmente à mesure que D diminue, ainsi il est de 0,7 pour D = 1,7 et devient égal à 42 pour D = 0,007. Cette variation ne peut être due à des erreurs.

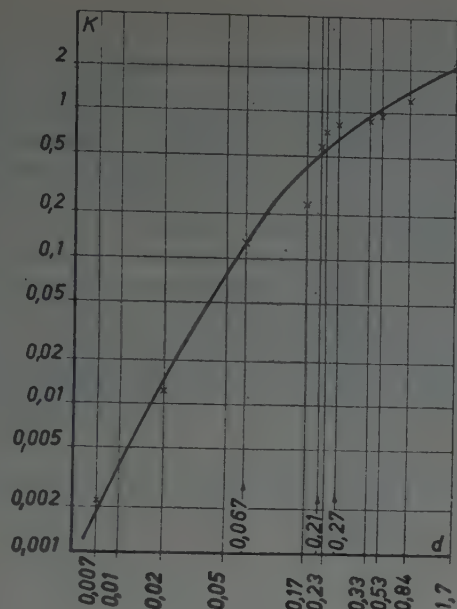


FIG. 29.

## IV. — INFLUENCE DE LA TENEUR EN EAU.

Les expériences, pour mettre en évidence cette influence, peuvent être menées de deux façons différentes. On peut étudier des échantillons ayant des teneurs en eau différentes ou bien on peut faire varier la teneur en eau d'un même échantillon en le laissant se dessécher sans le sortir du perméabilimètre (en arrêtant simplement la filtration) mais en n'allant pas au-dessous de la *limite de retrait* (74) pour éviter la formation de fentes de dessiccation qui perturbent irrémédiablement le phénomène par création de fissures préférentielles.

Dans les sédiments naturels, il faut distinguer deux catégories, les vases et les sables. Pour les échantillons d'une même catégorie, le coefficient de perméabilité devra être d'autant plus élevé que la teneur en eau est plus forte. Le tassement (donc la diminution de la teneur en eau) provoque le rétrécissement des canaux par rapprochement des particules d'où une diminution du pouvoir filtrant (cf. la « consolidation » de TERZAGHI).

Voici quelques échantillons naturels avec leur teneur en eau et la valeur du coefficient  $K$ , (avant que le matériau ait eu le temps de se tasser par effet de la filtration) :

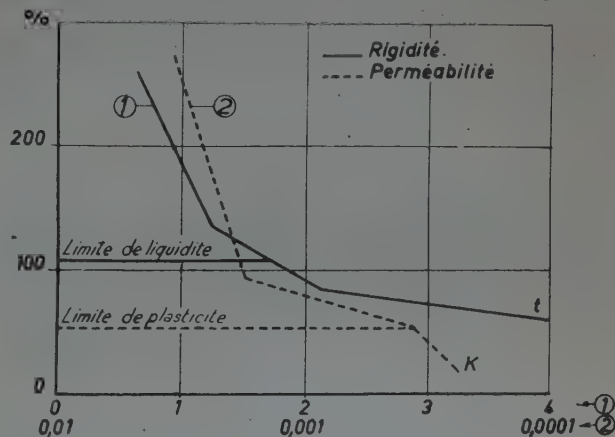
MATÉRIAU	TENEUR EN EAU $T_e$	$K$
Penzé n° 2, vase marine..	130	0,000038
Penzé n° 3 — ..	100	0,000028
Penzé n° 4 — ..	87	0,00002
Berville (Seine) sable .....	56,5	0,07
Paris (Seine) sable .....	48,5	0,034

Dans la deuxième série d'expériences, j'ai fait varier la teneur en eau d'une vase, en la laissant se dessécher à l'air. La filtration a été arrêtée chaque fois, pour permettre le desséchement, puis reprise. Un vase témoin, rempli du même matériau permettait les mesures de la teneur en eau.

Ces essais ont donné les résultats suivants :

TENEUR EN EAU	$K$
%	cm/min
250	0,095
200	0,001
120	0,0014
92	0,0035
70	0,0056
50	0,007
35	0,0001

Si, pour cet échantillon de vase, on trace la courbe de  $K$  en fonction de la teneur en eau, on obtient la figure 30.


 FIG. 30. — Variation comparée de la rigidité ( $t$ ) et de la perméabilité ( $K$ ) avec la teneur en eau. (Vase du Luxembourg.)

L'examen approfondi des deux tableaux précédents montre que les phénomènes naturels ne sont pas conformes à la théorie. Dans le premier tableau,  $K$  augmente à mesure que la teneur en eau diminue. Comme on a affaire à des échantillons différents, cela s'explique par une constitution différente et un pourcentage variable de sable. Dans le deuxième tableau : étude du desséchement d'un même échantillon, le coefficient  $K$  diminue avec la teneur en eau ce qui est logique et semble dû à la diminution du diamètre  $d$  des canaux.

L'étude de la courbe de la figure 30 permet de constater que la variation de  $K$  en fonction de  $T$  présente deux discontinuités correspondantes aux limites de liquidité et de solidité d'ATTERBERG.

## V. — INFLUENCE DES IONS DANS L'EAU DE FILTRATION.

On a vu dans le premier chapitre que l'incorporation d'électrolytes au dispersant avait un certain effet sur le volume du dépôt, donc sur la teneur en eau de celui-ci.



On est donc ramené à l'influence de la teneur en eau sur les variations du coefficient K. Il semble difficile, à moins d'y consacrer un travail spécial, de déterminer avec certitude le rôle des ions dans les variations de K.

Lorsqu'un dépôt est gonflé par l'effet d'un électrolyte, il est indispensable de faire les essais de perméabilité en se servant du même liquide avec incorporation des mêmes ions. Dans le cas contraire, on risque de voir le dépôt s'affaïsser brutalement, modifiant ainsi sa structure interne. Cet affaïssement ne peut être dû uniquement au départ des sels dissous par lessivage, car j'ai fait des expériences sur des vases d'eau douce ou des échantillons artificiels ne contenant que des quantités infimes (en poids) de sels dissous. Le phénomène n'est pas réversible : si on a affaire à un dépôt tassé obtenu avec l'eau distillée, le passage d'un électrolyte ne le fera pas gonfler.

Il faut remarquer que l'eau passant à travers un échantillon naturel se charge d'une partie des ions inclus dans l'échantillon, son pH change également après passage à travers les canaux du matériau.

## CONCLUSION

Il semble assez difficile de tirer des conclusions de ce travail qui constitue principalement, non une étude détaillée de chaque propriété physique, mais un travail d'ordre général qui permet de dégrossir les phénomènes et de fixer, avec exactitude, les grandes lignes du comportement des sédiments meubles.

Avant de passer aux considérations d'ordre général et aux applications, je vais rappeler les conclusions qu'appelle l'étude de chaque propriété physique.

*Assemblage des particules.* — Les expériences qui ont été effectuées dans le cadre de ce chapitre ont permis de constater que les matériaux naturels et artificiels présentent un certain assemblage : une certaine compacité. Celle-ci dépend essentiellement de la dimension des particules. L'assemblage devient de plus en plus lâche à mesure que la taille des particules diminue. Les particules sont entourées d'une couche de solvation dont l'épaisseur varie avec l'ionisation du dispersant. L'assemblage dépend essentiellement de la nature du cation et est d'autant plus lâche que sa valence est plus élevée. Les liquides organiques (alcool, benzène, tétrachlorure de carbone...) augmentent considérablement le volume des vides d'un dépôt mais cette étude n'a pas été approfondie au cours de ce travail.

Toutes ces études ont permis de confirmer les affirmations de J. BOURCART (1) qui place vers  $20 \mu$  la limite entre les sables et les poudres. J'ai également vérifié que le phénomène de thixotropie apparaissait vers cette dimension des particules.

*Rigidité.* — Cette propriété appartient à tous les sédiments naturels; c'est une cohésion entre les particules du matériau. Elle est intimement liée à la thixotropie. J'ai

## Conclusion.

La loi de DARCY se trouve donc vérifiée dans ses grandes lignes. Elle présente quelques anomalies pour les fortes charges d'eau, mais ces anomalies s'expliquent par une transformation interne du matériau. Le coefficient varie aussi notablement avec le temps de filtration, phénomène qui s'explique également par des colmatages et le transport du carbonate de chaux.

La teneur en eau, et, par conséquent, toutes les causes qui peuvent la modifier, a une grosse influence sur les variations du coefficient K.

Je n'ai fait que tracer les grandes lignes du vaste problème de la perméabilité des sédiments meubles (vases et sables). Il est nécessaire de reprendre ce travail en précisant les influences des divers facteurs. Ce travail sera poursuivi.

Les applications pratiques de la perméabilité sont nombreuses tant dans le domaine géologique que dans celui de l'industrie (68 à 72).

constaté que tous les sédiments rigides étaient thixotropiques.

La rigidité, pour un même matériau, varie avec la teneur en eau. Cette étude a permis de constater que les tests d'ATTERBERG ont une réelle valeur scientifique car ils correspondent à des discontinuités dans la cohésion entre particules. A ces teneurs en eau, il se produit donc, au sein du matériau, des phénomènes qui modifient sa nature. Il semble donc utile, dans la pratique, de continuer à utiliser les tests d'ATTERBERG car ils sont plus rapides et plus commodes à effectuer que les mesures de rigidité.

*Thixotropie.* — Les mesures de la thixotropie sont difficiles à conduire car elles exigent un appareillage que je ne possédais pas; ainsi un émetteur d'ultra-sons est-il absolument indispensable pour pouvoir effectuer des mesures quantitatives sur la rupture de l'édifice thixotropique. Je me suis contenté de faire des observations qualitatives et de mesurer les temps de prise.

La thixotropie est, comme la rigidité, commune à tous les sédiments naturels, mais elle ne commence à être visible qu'à partir d'une certaine taille de particules. Pour les matériaux artificiels, la thixotropie commence à se faire sentir vers  $200 \mu$  et devient importante vers  $50-20 \mu$ . On retrouve là encore la limite entre les sables et les poudres. L'adjonction d'un électrolyte a pour effet d'augmenter la thixotropie et de diminuer le temps de prise. Cette constatation a une certaine répercussion sur les sédiments naturels : les vases marines sont toujours plus thixotropiques que les vases d'eau douce.

*Viscosité.* — Les matériaux rigides, par conséquent thixotropiques, présentent une certaine viscosité. J'ai essayé de mettre cette viscosité en évidence à l'aide d'ap-

pareils à écoulement ou à chute de bille. J'ai été obligé de constater que cette mesure était impossible. L'écoulement ne se faisait que par saccades et la bille ne descendait pas dans le tube. Des secousses, qui avaient pour but de rompre l'édifice thixotropique, donnaient un écoulement passager ou faisaient descendre la bille de quelques centimètres au bout desquels elle s'arrêtait de nouveau.

La viscosité des matériaux rigides semble donc impossible à mesurer à moins de les soumettre à un faisceau d'ultra-sons et de faire la mesure sur le matériau liquéfié.

**Perméabilité.** — La perméabilité est la propriété que possèdent les matériaux de laisser filtrer une certaine quantité de fluide par unité de temps. Il ne faut pas la confondre avec la porosité qui est simplement le pourcentage des vides dans ce matériau. Un matériau peut être poreux (pierre ponce, meulière, etc.) sans être perméable.

La porosité est mesurée par le volume des vides, c'est une *propriété statique*, tandis que la perméabilité est une *propriété dynamique*.

La première partie de l'étude consacrée à la perméabilité concerne la vérification de la loi de DARCY. En première approximation, on peut considérer qu'elle est vérifiée quand on fait varier la surface et l'épaisseur de l'échantillon. Dans la variation de la charge d'eau supportée par l'échantillon, il y a des anomalies pour les pressions moyennes (de 0 à 2 000 cm d'eau) après quoi, le coefficient de perméabilité devient constant.

Là, où l'on rencontre le plus d'anomalies, c'est lorsqu'on étudie l'influence du temps de filtration sur les variations de K. Le fluide, en passant dans les canaux du matériau, y apporte des profondes modifications et transforme complètement celui-ci. Il transporte les fines particules et provoque ainsi un colmatage, celui-ci a pour effet un tassement général de tout l'échantillon d'où une diminution de la teneur en eau. Le courant d'eau (chargé de gaz carbonique) a également pour effet de dissoudre le calcaire et de le précipiter à la surface de sortie. On retrouve là le même phénomène que celui qui préside à la formation du *calcin* des pierres calcaires. Ce phénomène est d'autant moins important que la teneur en carbonate de calcium du matériau est faible. Dans mes études, les matériaux choisis contenaient toujours peu de calcaire pour éviter cette dissolution de carbonate de calcium qui compliquait le phénomène. Les effets conjugués de ces trois facteurs provoquent une diminution du coefficient K avec le temps de filtration. Celui-ci tend ainsi vers une limite atteinte lorsque le matériau est arrivé au stade final de remaniement.

Le coefficient de perméabilité dépend aussi de divers autres facteurs. Ainsi, il diminue régulièrement avec le diamètre des particules pour des matériaux artificiels. La teneur en eau a également une certaine importance sur les variations du coefficient K.

Les variations du coefficient K avec la teneur en eau, présentent les mêmes discontinuités que celles constatées, pour la rigidité, pour les teneurs en eau correspondantes aux tests d'ATTERBERG.

\* \*

L'ensemble de ce travail suggère évidemment quelques réflexions. Les particules des matériaux artificiels et naturels s'assemblent suivant certaines lois qui dépendent de la taille des particules, un peu de leur nature, de l'ionisation du dispersant et du pourcentage des grains des diverses tailles.

Le matériau ainsi constitué, dont la compacité est connue, possède une rigidité, une thixotropie et une perméabilité qui lui sont propres. Divers facteurs peuvent faire varier ces diverses propriétés, soit directement, soit en influant sur l'assemblage lui-même.

Dans leur comportement au cours d'une perte d'eau progressive, les sédiments naturels présentent deux discontinuités qui les font passer d'un état à un autre. Ces deux discontinuités correspondent aux deux tests d'ATTERBERG.

Les applications pratiques et même industrielles semblent devoir être multiples.

La rigidité et la thixotropie des vases leur permettent de s'accumuler sur une grande épaisseur et empêchent leur érosion rapide par remise en suspension. La thixotropie de ces vases permet des dragages par succion dans les ports. La rigidité de certains matériaux provoque des bouchons dans les conduites et la connaissance des propriétés de ces matériaux peut permettre d'apporter les solutions aux problèmes ainsi soulevés. La rigidité et la thixotropie de certains matériaux peut amener à les utiliser pour obtenir l'étanchéité de fissures naturelles ou artificielles. Ce sont également les propriétés de rigidité qui confèrent à la vase son imperméabilité qui a une si grosse influence dans les estuaires.

Les constatations faites au sujet de la perméabilité des sédiments naturels et des matériaux artificiels peuvent permettre d'expliquer certains phénomènes géologiques ou hydrologiques. Le débit et le tarissement des sources peuvent être recherchés dans l'étude systématique des sédiments à travers lesquels filtre l'eau qui alimente ces sources, ainsi que dans le degré d'ionisation de cette eau (68 à 72).

Si ce travail tient à la physique par les méthodes employées, c'est par ses applications qu'il se rattache à la géologie et touche à l'océanographie.

Certains des chapitres de ce travail demandent à être développés, certains points demandent à être précisés. Cette étude sera poursuivie avec l'aide d'appareils nouveaux plus perfectionnés et mieux adaptés aux nouvelles techniques.



BIBLIOGRAPHIE

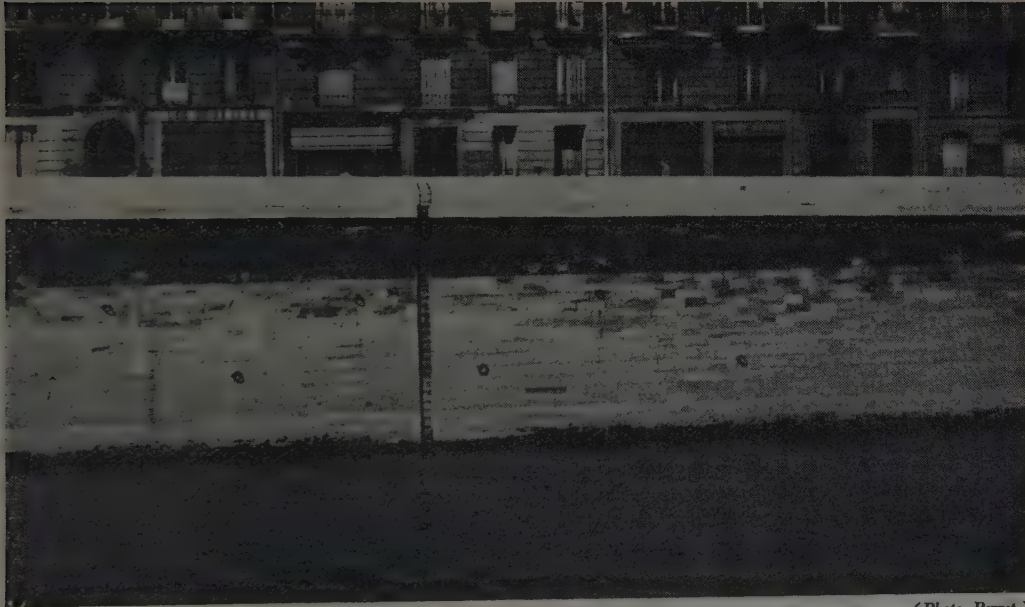
- (1) J. BOURCART. — *Bull. Soc. Géol. de Fr.*, 5<sup>e</sup> série, t. XI, p. 117, 1941.
- (2) ANDREASEN. — *Koll. Zeit.*, 104, p. 181, 1943.
- (3) C. FRANCIS-BŒUF. — *Thèse Paris* (sous presse). (Ce travail contient toute la bibliographie sur la sédimentation et sur les sédiments naturels, aussi je trouve inutile de la reproduire ici.)
- (4) H. WADELL. — *Journ. of Geology*, vol. 43, p. 250, 1935.
- (5) TAMM. — *Geol. Foren. Forsch.*, 50, p. 38, 1928.
- (6) LÉPINGLE. — *Circ. Inst. techn. Bâtiment et T. P.*, série F, n° 8, 1941.
- (7) J. M. van BEMMELEN. — *Die Adsorption*. Dresden 1920.
- (8) M. S. ANDERSON, W. K. FRY, P. L. GILE, K. E. MIDDLETON, W. O. ROBINSON. — *U. S. Dep. Agri. Pr. of Pap. Bull.*, p. 1122, 1922.
- (9) RINGELMANN et J. BOURDELLE. — *Ann. Agronomiques*. Paris, 4, 1931.
- (10) V. ROMANOVSKY. — *C. R. Acad. Sci.*, 215, p. 531, 1942.
- (11) C. R. BLOOMQUIST and R. S. SHUTT. — *Indust. Engng. Chem. (Industr. Ed.)*, 32, p. 827, 1940.
- (12) V. ROMANOVSKY. — *C. R. Acad. Sci.*, 218, p. 278, 1944.
- (13) S. MÖRTSELL, T. JENSEFALT. — *Jernkontor Ann.*, n° 6-7, p. 169, 1943.
- (14) W. F. CAREY. — *Nature, Londres*, 46, p. 232, 1940.
- (15) J. BOURCART. — *C. R. Acad. Sci.*, 212, p. 65, 1941.
- (16) J. DUCLAUX. — *Traité de chimie physique appliqué à la biologie*. Paris, *Act. Scient. et Industr.*, Hermann, 1934.
- (17) MICHAUD. — *Ann. de Physique*, 9<sup>e</sup> série, p. 63, 1923.
- (18) SCHWEEDOFF. — *Journ. de Phys.*, 8, p. 341, 1889.
- (19) J. BOURCART, J. FLORENTIN et V. ROMANOVSKY. — *C. R. Acad. Sci.*, 212, p. 682, 1941.
- (20) V. ROMANOVSKY. — *Journ. de Physique*, 8, VI, n° 1, p. 13, 1943.
- (21) H. de BRUYN. — *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas*, 62, p. 611, 1943.
- (22) ATTERBERG. — *Die rationelle Klassifikation der Sande und Kiese*. Berlin, 1905.
- (23) J. BOURCART et C. FRANCIS-BŒUF. — *La vase*. Paris, Hermann. *Actual. Scient. et Indust.* 1942.
- (24) J. BOURCART et V. ROMANOVSKY. — *C. R. Acad. Sci.*, 219, p. 74, 1944.
- (25) COTTON et MOUTON. — *Ann. de Chim. Phys.*, 11, p. 186, 1907.
- (26) SZEGVARI et SCHALEK. — *Koll. Zeit.*, 32, p. 318 et 33, p. 326, 1923.
- (27) BUZACH. — *Koll. Zeit.*, 47, p. 370, 1929; 51, p. 105 et p. 230, 1930.  
— *Naturwiss.*, 18, p. 444, 1930.
- (28) H. FREUNDLICH. — *Thixotropy*. Paris, Hermann. *Act. Scient. et Indust.*, 1935.
- (29) O. REYNOLDS. — *Phil. Mag.*, 20, p. 469, 1885.  
— *Nature, London*, 33, p. 429, 1886.
- (30) POISEUILLE. — *Rec. des Savants étrangers*, 1846.
- (31) EINSTEIN. — *Ann. der Physik*, 19, p. 289, 1906.  
— *Koll. Zeit.*, 27, p. 137, 1921.
- (32) BANCELIN. — *C. R. Acad. Sci.*, 152, p. 1382, 1911.
- (33) JEFFERY. — *Proc. Roy. Soc.*, 102, p. 161, 1923.
- (34) EISENSCHITZ. — *Zeit. physik Chem.*, 108, p. 153, 1924.
- (35) KUHN. — *Zeit. physik Chem.*, 161, p. 1, 1932.
- (36) Mlle SACHS. — *Journ. Chimie-Physique*, 28, p. 511, 1931 et 29, p. 280, 1932.
- (37) L. BESSE. — *C. R. Acad. Sci.*, 206, p. 1745, 1938.
- (38) A. BOUTARIC. — *Rev. génér. des Sciences*, 51, n° 9, p. 231, 1941.
- (39) H. de BRUYN. — *Chem. Weekbl.*, 39, p. 567, 1942.
- (40) A. von BUZACH. — *Koll. Zeit.*, 103, p. 119, 1943.
- (41) C. CHAMPETIER. — *Peint. Pig. et Vernis*, 17, p. 662, 1942.
- (42) M. HUGEL. — *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 8, p. 209, 1942.
- (43) E. W. J. MARDLES. — *Trans. Faraday Soc.*, 38, p. 1007, 1940.
- (44) STOKES. — *Math. Phys. Papers*, 2, p. 10 et 3, p. 56.
- (45) GIBSON et JACOBS. — *Trans. Chem. Soc.*, 117, p. 473, 1920.
- (46) P. LAZAREFF. — *Keramiko i Steklo U. R. S. S.*, 7, 1928.  
— *Glethern Ber.*, 7, p. 68, 1930.
- (47) B. DERZAGIN et CHANANOW. — *Journ. of Angew. Phys. U. R. S. S.*, 5, p. 65, 1928; 5, p. 192, 1928 et 6, p. 78, 1929.
- (48) WOLLAROWITSCH. — *Journ. Chimie-Physique*. Paris, 31, p. 478, 1934.
- (49) HUNTER. — *Journ. Amer. ceram. Soc.*, 17, p. 121, 1934.
- (50) H. L. D. PUGH. — *Journ. Sci. Instrum.*, 21, p. 117, 1944.
- (51) P. J. RIGDÈR. — *Journ. Soc. Chem. Ind. London*, 60, p. 18, 1941.
- (52) H. DARCY. — *Les fontaines publiques de Dijon*. Paris, Dunod, 1855.
- (53) T. TATE. — *Phil. Mag.*, 20, p. 364; p. 500, 1850; 21, p. 57; p. 115, 1861.
- (54) E. DUCLAUX. — *Ann. Chim.-Phys.*, 28, p. 235, 1872.
- (55) J. BRUNHES. — *Thèse Toulouse*, 1881.
- (56) M. PORCHET. — *Thèse Paris*, 1923.
- (57) L. A. SACKMANN et L. HUGHES. — *Journ. de Phys. Paris*, série VIII, VI, n° 5, p. 134, 1943.
- (58) L. HUGHES. — *Cahiers de Physique*, n° 22 (Soc. Fr. Phys.), juin 1944.
- (59) P. URBAIN. — *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 14, p. 106, 1941.
- (60) V. ROMANOVSKY. — *C. R. Acad. Sci.*, 216, p. 387, 1943.
- (61) L'HÉRITTEAU, CARNEL et MACLOU. — *Circ. Inst. Tech. Bâtiment et T. P.*, série D, n° 2, 1942.
- (62) K. A. G. MEYER. — *Koll. Zeit.*, 106, p. 209, 1944.
- (63) C. K. WENTWORTH. — *Amer. Journ. Sci.*, 242, p. 478, 1944.
- (64) A. H. NISSAN. — *Nature, London*, 148, p. 148, 1941.
- (65) P. HALLENBACK. — *Cel. u. Kohle*, 39, p. 7, 1943.
- (66) C. W. CORRENS. — *Cel. u. Kohle*, 30, p. 1247, 1942.
- (67) H. BERGER. — *Wasserkraft u. Wasserwirtschaft*, 37, p. 163, 1942.
- (68) M. BUISSON. — *Caractéristiques physiques et mécaniques des sols*. Paris, Dunod, 1942.
- (69) J. BOUSSINESQ. — *Journ. Math. P. A.*, F. 4, p. 5 et 363, 1904.
- (70) A. BLANC. — *Ann. Inst. Nat. Agron. Paris*, 30, 1938.
- (71) DEMOLON. — *Dynamique du sol*. Dunod, Paris, 1938.
- (72) VIBERT. — *Génie Civil*, 120, p. 139, 1943.
- (73) R. L'HERMITE et L. FÉRET. — *Compte rendu des Recherches effectuées en 1943. Lab. Bât. et T. P.*, p. 40, 1943.
- (74) B. BRAJNIKOV, C. FRANCIS-BŒUF et V. ROMANOVSKY. — *Technique d'étude des sédiments et des eaux qui leur sont associées*. Hermann. *Act. Sci. et Ind.* Paris, 1943.

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

## TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION, N° 2

EXPOSÉ DU 26 NOVEMBRE 1947

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. Jacques BOURCART**,  
Maître de Conférences à la Sorbonne.



(Photo Perret.)

FIG. 1. — Vue du quai Henri IV. La pierre, lavée périodiquement par les crues est saine.  
Au-dessus du niveau des crues, elle est noire et souvent chancreuse.

# SUR LES CAS D'ALTÉRATION DES PIERRES DE TAILLE PAR LES FUMÉES

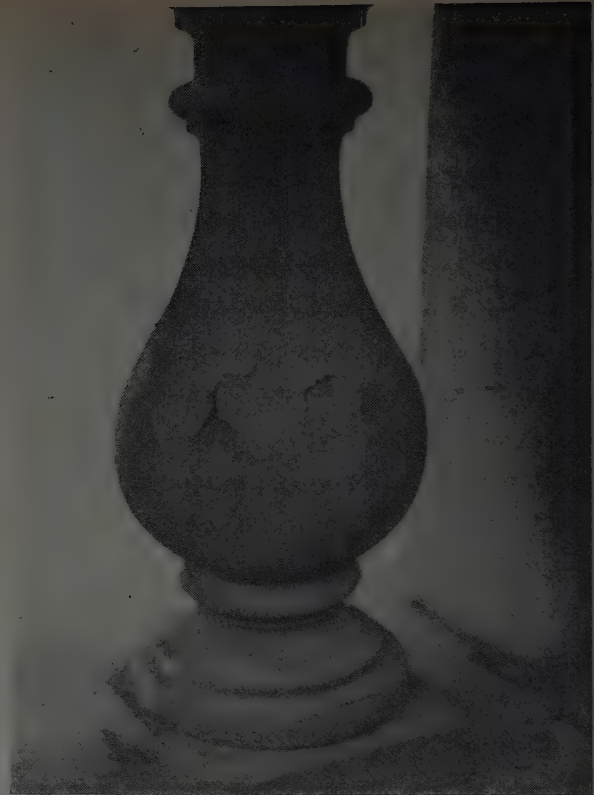
Par **M. C. CAMERMAN**, Ancien Président de la Société belge de Géologie,  
Attaché au Laboratoire des matériaux pierreux de l'Université de Bruxelles.





(Photo Bernard Fèvre.)

FIG. 2. — Exemple de test : pierre de Chazelles (Vilhonneur), intacte, à gauche, accolée à du calcaire d'Angoulême rongé par les fumées, à droite. Théâtre d'Angoulême, 1860.



(Photo Mortelmans.)

FIG. 3. — Nappes de gypse sur la pierre de Gobertange. Soubassement de l'église Sainte-Gudule à Bruxelles, 1860.



(Photo Mortelmans.)

FIG. 4 et 5. — Évolution de chancres dans la pierre d'Euville. Balustrade du Palais-Royal de Bruxelles, 1910.

ALLOCUTION DU PRÉSIDENT

C'est pour moi un très grand plaisir de vous présenter mon confrère et ami M. CAMERMAN qui, toute sa vie, s'est voué à l'étude de la pierre et actuellement dirige de ce fait la section des pierres et matériaux de construction à l'Université de Bruxelles.

Je ne voudrais pas trop dire de mal du béton, mais, dans un pays qui, pour nous, est un pays essentiellement de pierre, ce matériau reste, et restera je crois, toujours, un matériau à l'ordre du jour, permettant seul certaines réalisations, et permettant une certaine beauté qui ne s'acquiert qu'avec la patine du temps dans nos édifices.

Messieurs, le problème dont va vous parler M. CAMERMAN est un problème des plus graves, car il ne s'agit pas essentiellement ici de construction, ou de reconstruction, mais de sauver nos monuments historiques.

La Belgique est atteinte de cette « maladie de la pierre » dont parlait déjà le vieux livre du Lévitique, mais actuellement, et peut-être depuis une cinquantaine d'années les ravages de cette maladie de la pierre sont très considérables dans un grand nombre de villes industrielles. Depuis plusieurs années ce problème nous préoccupe ainsi que nos amis belges et anglais et M. CAMERMAN a consacré une grande partie de son activité à élucider ce problème, à chercher à connaître quelles sont les causes de ces ravages qui détruisent à ce point certaines cathédrales que l'on peut avec la main, à Notre-Dame par exemple, sans autre outil, démolir des fragments de gargouilles qui tombent absolument en poussière.

Cette question nous préoccupe tous ici, ingénieurs, architectes, archéologues et c'est pour nous un plaisir de recevoir ici M. CAMERMAN. J'ai aussi grand plaisir à rappeler qu'il a consacré de longues années à l'étude de la pierre en France. Malgré que la Belgique produise une grande quantité de pierres dures : « petit granit, pierre à entroques », par exemple, elle importe beaucoup de pierres douces de France. Nous sommes, en cette matière, les

grands fournisseurs de la Belgique et surtout nos carrières meusiennes. Or, au lieu que ce pays achète simplement chez nous, nous avons eu un ami, un ambassadeur en quelque sorte dans la personne de M. CAMERMAN qui a recherché en France, au moment où les géologues abandonnaient cette recherche, quelles pierres françaises pouvaient être utilisables. Dans mon laboratoire, nous avons donc toujours fait appel à l'érudition et à la profonde connaissance de M. CAMERMAN en matière de pierre, je dirai presque en matière de « crus » de pierre, car les carrières de pierre se confondent parfois comme emplacement avec les crus de vin.

En cette matière, nous avons un admirable connaisseur dans la personne de M. CAMERMAN.

Il m'est aussi agréable, en cette occasion, de rappeler combien nous avons été admirablement reçus, nous Français, en Belgique, au cours de ces dernières années. Nous nous sommes aperçus que, dans les circonstances graves, il semble que disparaisse la frontière entre la France et la Belgique. Il en a été ainsi au cours des années de 1914 à 1918, et de nouveau au cours des années de l'occupation.

Eh bien, cette frontière qui se rétablit en temps de paix, nous voudrions au moins exprimer le vœu que, du point de vue scientifique et technique, elle disparaisse et que cette mise en commun des ressources scientifiques et techniques belgo-françaises nous permette de renforcer en toutes matières nos connaissances, et, notamment, que les organismes comme le nôtre et ses équivalents belges puissent se grouper et se renforcer mutuellement. Tel est le vœu que je voudrais émettre ici ce soir : un premier pas serait que la Belgique veuille bien continuer à envoyer dans cet Institut des ingénieurs ou savants qui nous entretiendraient des résultats obtenus dans leurs recherches, avec autant de compétence et de valeur que le conférencier que vous allez entendre.

EXPOSÉ DE M. CAMERMAN

INTRODUCTION

En 1945 je guidai successivement les membres de la Société belge de Géologie puis un groupe d'ingénieurs et d'architectes dans le centre de la ville de Bruxelles et leur montrai l'altération grave subie par les pierres de la plupart des monuments anciens, sous l'action des fumées. Non seulement des pierres datant de plus d'un siècle sont

très détériorées, mais des pierres mises en œuvre depuis une quarantaine d'années présentent déjà des signes de dégradation très inquiétants. Le versant oriental de la vallée de la Senne, sur lequel s'étagent les plus beaux monuments, est particulièrement exposé aux ravages des fumées [6].



Cette démonstration qui parut convaincante émut particulièrement les ingénieurs et architectes auxquels incombera la reconstruction des vastes quartiers démolis pour les travaux de la Jonction Nord-Midi et l'édification du vaste ensemble monumental du Mont des Arts et de la Bibliothèque Albertine, situés précisément dans la zone la plus ravagée par les fumées.

Je fus sollicité de donner des directives au sujet des mesures à prendre pour éviter de nouveaux mécomptes dans les constructions projetées.

La lutte contre l'altération des pierres par les fumées comporte trois ordres de solution :

### 1° *Suppression des fumées.*

C'est une mesure qui intéresse l'hygiène générale, mais qui ne pourra être réalisée que dans un avenir lointain.

### 2° *Protection et entretien de la pierre.*

Seule l'application de peintures à l'huile avec pigments minéraux s'est montrée d'une efficacité certaine pour la préservation de la pierre, mais c'est esthétiquement un non-sens. Les autres enduits ou solutions préservateurs se sont montrés plus souvent nuisibles que d'une efficacité très médiocre.

Les meilleurs résultats sont obtenus par de fréquents lavages à l'eau ou à la vapeur (fig. 1). La question a été fort bien exposée par R. J. SCHAFFER aux excellents travaux duquel je renverrai maintes fois le lecteur [15].

Après les recherches de nombreux chimistes, je n'ai pas eu la prétention de découvrir sur commande un nouvel enduit protecteur; du reste, en eussé-je imaginé un que j'estimerais devoir le soumettre à une épreuve pratique d'au moins 20 ans avant de conclure à son efficacité.

### 3° *Emploi de pierres résistant bien aux fumées.*

C'est la seule solution immédiatement à notre portée; c'est celle à laquelle je me suis attaché et qui fait l'objet de cette recherche.

Je ne cache pas que cette recherche a été poursuivie délibérément sous le signe de l'empirisme. Dans le domaine du comportement des matériaux aux intempéries, j'éprouve une particulière méfiance pour les conclusions tirées trop hâtivement d'essais de laboratoire.

Ce que l'on nomme « intempéries » (et les fumées peuvent être considérées comme une intempérie artificielle, propre aux centres urbains et industriels) est un enchevêtrement de phénomènes physiques, chimiques, parfois même biologiques que l'on n'est pas parvenu jusqu'ici à reproduire au laboratoire.

Que n'a-t-on imaginé, par exemple, pour l'expérimentation accélérée des peintures ? Jusqu'à de vastes appareils où des panneaux peints évoluent durant des semaines dans une succession de chambres où ils sont alternativement exposés au gel, aux rayons ultra-violet, à l'arrosage, à la dessiccation, etc.

Les résultats n'ont pas concordé avec les observations de la pratique et partout on est revenu à l'expérimentation empirique sur panneaux exposés dans différents types de climats.

J'ai donc estimé que le seul moyen de répondre de manière satisfaisante à la question qui m'était posée consistait à accumuler un très grand nombre d'observations sur les principales catégories de pierres, dans des grands centres où elles sont utilisées depuis une époque suffisamment reculée et en quantités telles que des conclusions valables puissent être émises.

Pour les pierres susceptibles d'intéresser notre économie, il fallait se livrer à des recherches patientes dans les principaux centres français et belges en tête desquels Paris et Bruxelles se placent tout naturellement. Cette enquête nécessite l'examen d'un grand nombre de constructions, la connaissance au moins approximative de leur âge, l'identification des pierres utilisées ce qui, soit dit en passant, n'est pas toujours aisé, la discrimination des altérations constatées. Les conclusions sont d'autant plus pertinentes que des quantités massives de pierres peuvent être observées (par exemple le calcaire grossier à Paris, le petit granite et la pierre d'Euville à Bruxelles). Toutefois, pour des pierres de moindre emploi, il existe parfois des « tests » convaincants, par exemple lorsque la pierre sujette à enquête est indemne alors qu'elle se trouve accolée à une autre sorte de pierre qui se montre altérée par les fumées (fig. 2).

Il était indispensable de poursuivre parallèlement un examen géologique des gisements permettant de préciser les niveaux auxquels appartiennent ces pierres. Il existe de fréquentes confusions à cet égard, nombre de carrières exploitant une série de niveaux différents. Je ne me suis évidemment pas interdit les recherches de laboratoire et ai estimé nécessaire de définir les pierres par leurs principaux caractères lithologiques, chimiques et physiques au sujet desquels la littérature est pauvre et fragmentaire. Il sera permis de vérifier si certains de ces caractères présentent un rapport quelconque avec la sensibilité des pierres à l'action des fumées.

Cette recherche a été faite à l'initiative de la *Confédération Nationale de la Construction* et subventionnée par celle-ci, par l'*Institut National de la Recherche Scientifique* (IRSI), le *Ministère des Travaux Publics*, l'*Office de la Jonction*, le *Fonds de la Bibliothèque Albert I<sup>er</sup>* et le *Bureau ARTEC*. Les recherches expérimentales ont été faites dans les laboratoires de l'*Université de Bruxelles*.

Je dois des remerciements non seulement aux organismes qui ont subventionné la recherche, mais aussi aux grands maîtres de carrières français qui m'ont donné libre accès dans leurs carrières et m'ont fourni sans restriction toutes les indications souhaitables au sujet de leurs gisements, à divers fonctionnaires et architectes français et belges qui m'ont documenté au sujet de certains monuments.

Mes investigations et expériences ont donné lieu à un rapport préliminaire volumineux parce que chargé de longues listes de références, coupes de carrières, etc., qui devra être complété par certaines recherches accessoires en cours. En attendant qu'il puisse être publié *in extenso*, j'ai cru utile d'en présenter dès à présent un résumé succinct pour que le résultat objectif consistant à recommander un certain nombre de pierres résistant bien à l'action des fumées soit dès à présent atteint.

Ce résumé fournira donc des indications utiles à ceux qui doivent faire choix de pierres pour des restaurations ou l'édification de monuments au cœur des grandes cités.

## PREMIÈRE PARTIE

### PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA SULFATATION DES PIERRES PAR LES FUMÉES

Diverses publications ont déjà été consacrées à cette étude, surtout en Angleterre où la désagrégation des pierres est favorisée par l'usage abondant et ancien de la houille ainsi que par l'humidité du climat. Les principaux travaux sont ceux du professeur LAURIE [11] et de SCHAEFFER [15-16]. Ce dernier a admirablement exposé la question dans son excellent ouvrage *The Weathering of Natural Building Stone*, dont la lecture ne pourrait être trop recommandée.

En France, une note intéressante de D. FLORENTIN [7] a trait à des altérations de pierres dues aux fumées et constatées à Paris.

En Allemagne, il y a lieu de mentionner les travaux de E. KAISER [9-10]. Je me contenterai de résumer succinctement les principes généraux et renvoie le lecteur à ces travaux. Je n'ai rien apporté de nouveau à leurs déductions, la seule originalité de ma recherche étant d'en faire systématiquement l'application aux pierres des bassins franco-belges.

#### Pollution de l'atmosphère par les fumées.

L'étude de la pollution atmosphérique, due principalement aux poussières, aux suies et à l'anhydride sulfureux, fait l'objet d'une littérature considérable. Celle-ci est condensée dans un excellent ouvrage dû aux professeurs G. BATTÀ, J. FIRKET et E. LECLERC, de l'Université de Liège [2], avec l'exposé de leurs propres recherches. C'est le fruit de l'expertise dont ils furent chargés à la suite de la pollution anormale qui régna dans la vallée de la Meuse en amont de Liège en décembre 1930 et entraîna des décès et de graves affections pulmonaires. L'enquête révéla qu'aucun dégagement anormal de fumées délétères ne s'était produit dans ce bassin très industriel : des conditions météorologiques anormales avaient provoqué dans le fond de la vallée le rabattement et la stagnation d'un brouillard dense chargé des fumées des nombreuses usines métallurgiques et des foyers domestiques.

Rappelons que les houilles des bassins anglo-franco-germano-belges renferment en moyenne 1 % de soufre.

Les essais effectués par E. LECLERC sur divers types de foyers domestiques ont montré que la combustion de 1 kg de houille répand dans l'atmosphère 20 g d'anhydride sulfureux ( $\text{SO}_2$ ) [12].

Dans l'agglomération bruxelloise où il est consommé plus de 1 million de tonnes de charbon, il est déversé annuellement plus de 20 000 t d'anhydride sulfureux. A Londres, ce dégagement se chiffre par centaines de mille tonnes et à Paris il est évidemment aussi très considérable.

Dans l'air humide,  $\text{SO}_2$  est transformé principalement en acide sulfureux ( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), une faible proportion seulement en acide sulfurique ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Enfin les suies ont en général une réaction acide. On y décèle souvent du sulfate d'ammoniaque.

#### Altération par les fumées.

Les acides contenus dans l'atmosphère des centres urbains attaquent *directement* les roches carbonatées, calcaires et dolomies, auxquelles appartiennent la très grande majorité de nos pierres de taille. D'autres matériaux inattaquables par les acides sont néanmoins corrodés *par voie indirecte* ainsi que nous le verrons.

L'attaque sur les calcaires se fait surtout par formation de sulfite et de sulfate de calcium ainsi qu'il a été montré par E. KAISER [9-10] et confirmé par des recherches de la *Building Research Station*. Le sulfite s'oxyde et il ne subsiste que du sulfate de calcium cristallisant avec deux molécules d'eau : C'est le gypse  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , légèrement soluble dans l'eau (2 g/l environ).

Dans l'attaque des monuments deux cas sont à considérer :

Sur les faces constamment délavées par les pluies, généralement orientées, dans nos régions, vers le sud et l'ouest, le gypse est dissous au fur et à mesure de sa formation et s'écoule par le ruissellement des eaux vers la base des monuments. Les suies ne s'accrochent pas; les pierres prennent généralement une patine claire. Seule l'action dissolvante de l'eau de pluie est un peu accrue; cela n'est pas très dommageable.

Sur les faces abritées de la pluie, généralement exposées au nord et à l'est, ainsi que dans les encoignures, la pierre n'est pas lessivée; il se forme une croûte riche en gypse, dure, imperméable, où se fixent et s'agglomèrent suies et poussières. Ces faces sont généralement noirâtres. La formation de la croûte noirâtre gypseuse est due à l'action concomitante de plusieurs facteurs : transformation directe du carbonate en sulfite puis en sulfate calcique par l'anhydride sulfureux de l'atmosphère; attaque par l'acide contenu dans les suies; celles-ci, très ténues, ont un pouvoir condensateur des gaz (comme la mousse de platine) favorisant les réactions; enfin les eaux chargées de sulfate calcique en solution, ruisselant des parties supérieures, ont tendance, par évaporation, dans les parties inférieures, à abandonner un dépôt de gypse. Cette dernière contribution à la formation des croûtes peut être importante dans certaines parties des édifices. La figure 3 montre une succession de nappes de gypse dues à l'évaporation de solutions. Sous les parties saillantes et sous les tablettes des balustrades on trouve souvent d'importantes concrètes.



tions stalactitiques de gypse pur agglomérant des suies et des poussières minérales; elles ont un aspect de coke. Ici encore deux cas sont à considérer :

Ou bien la croûte de gypse reste indéfiniment adhérente à la pierre. Dans ce cas la pierre est considérée comme résistant bien à la fumée. Le seul effet de celle-ci, consistant à noircir certaines parties des édifices, est d'ordre esthétique. Maints artistes ne le déplorent pas et admirent le caractère que cela confère à nos anciens monuments. C'est un point de vue qu'il ne m'appartient pas de discuter.

Ou bien la croûte se décolle de la pierre, forme ampoule, se crevasse, puis s'exfolie et se détache : il y a production de « chancres » de la pierre. Celle-ci est alors considérée comme résistant mal à l'action des fumées. Si les chancres de la pierre ne vont jamais jusqu'à compromettre la stabilité d'un édifice, ils communiquent à celui-ci un aspect que tout le monde est d'accord pour considérer comme hideux; ils corrodent et détériorent gravement les parties sculptées, épauffrent fortement les arêtes.

Les figures 2 à 10 montrent divers types de chancres et leur forme la plus souvent recroquevillée. Les figures 4 et 5 font voir l'évolution de chancres de la pierre d'Euville, débutant par le soulèvement de la croûte sulfatée en une ampoule qui se crevasse, puis s'ouvre et finit par se détacher.

#### Causes de l'exfoliation des croûtes sulfatées.

Cette question est encore assez obscure.

Comme on trouve parfois, sous la croûte, de la pierre pulvérulente, on a invoqué l'accroissement de cristaux directement sous la croûte; les examens en lames minces ont fait rejeter cette hypothèse.

On invoque la dilatation due à la transformation directe de  $\text{CaCO}_3$  en  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , le second occupant un volume double du premier; ceci n'explique pourtant pas l'exfoliation de certaines croûtes dues principalement au dépôt de gypse par évaporation.

Le coefficient linéaire de dilatation du gypse est environ quintuple de celui de la calcite : cela explique le décollement de la croûte, mais non sa forme incurvée. Il se peut que, par échauffement, un glissement des cristaux l'un sur l'autre intervienne et qu'ils ne puissent revenir à leur position originale au refroidissement.

Il se peut enfin que l'exfoliation soit due à une combinaison de l'expansion thermique et de recristallisations dans les petites fissures dues à cette expansion [15].

#### Altération de matériaux autres que les calcaires.

##### Dolomies et calcaires dolomitiques.

La dolomite est un carbonate double de calcium et de magnésium :  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ .

Tandis que la dolomie est moins soluble que le calcaire dans l'eau chargée d'acide carbonique, elle est beaucoup plus attaquable par les fumées par suite de la grande solubilité du sulfate de magnésium. Il y a tendance à la formation de chancres cavernaux profonds avec efflorescences de sulfate de magnésium et lèvres gypseuses noires (fig. 11).

##### Grès et granites.

On est souvent surpris d'observer de véritables chancres exfoliés sur des grès poreux, primitivement exempts de carbonate calcique; cependant l'analyse révèle toujours une forte teneur en sulfate calcique dans les croûtes. Il se fait chaque fois que le grès est surmonté de pierres calcaires. Les eaux pluviales chargées de gypse, s'écoulant de la surface du calcaire imprègnent le grès poreux sous-jacent, s'y évaporent et laissent à la surface une couche de gypse engendrant les méfaits habituels.

Il y en a de nombreux exemples à Bruxelles. Un très bel exemple peut être observé au monument funéraire de la famille Danetan, à gauche de l'allée centrale du cimetière du Père-Lachaise (1823). Le monument comporte un socle en petit granite belge, portant un sarcophage en grès rouge des Vosges. Celui-ci est surmonté de grandes statues et ornements en calcaire. Le grès rouge est très exfolié; une analyse des croûtes y a révélé la présence de 15,60 % de gypse, celui-ci ne pouvant évidemment provenir que des statues et ornements calcaires qui le surmontent.

J'ai observé à Bruxelles deux cas d'exfoliation de granites peu compacts placés en socle sous des pierres calcaires.

##### Briques.

Des altérations chancreuses s'observent souvent en Belgique sur des briques tendres; elles présentent tous les caractères des chancres de fumées et diffèrent essentiellement des effrittements dus aux briques renfermant originellement des sulfates ou contaminées par des sels solubles provenant du sol.

Ici le gypse est dû à l'attaque du mortier par les fumées. De très beaux chancres de la brique peuvent être observés à Paris dans un pilier du mur de clôture de l'Hôtel des Invalides, vis-à-vis de l'immeuble portant le n° 76 du boulevard de La Tour-Maubourg. Les chancres affectent des briques mal cuites, tendres, disséminées parmi des briques bien cuites qui sont indemnes.

J'ai observé aussi des chancres très caractéristiques à Bruxelles, dans des briques silico-calcaires datant d'une quarantaine d'années.

##### Mortiers et bétons.

Les mortiers de chaux vieux d'une cinquantaine d'années ou plus, montrent très fréquemment une attaque caractéristique par les fumées, avec pellicules chancreuses.

Des enduits assez anciens de mortier de ciment montrent parfois des désagréations accompagnées d'exfoliations auxquelles il semble que les fumées aient pris une large part. Dans plusieurs des cas examinés un silicatage avait aggravé et compliqué le phénomène.

Quelques vieux massifs de bétons se sont montrés nettement chancreux, mais ici, comme pour les enduits, l'état d'altération ne permettait pas d'identifier nettement le liant employé.

Les mortiers et bétons de ciment Portland doivent être considérés comme des matériaux trop « jeunes » pour nous livrer des phénomènes bien nets d'attaque par les fumées. N'oublions pas que dans les pierres les plus sensibles à

cette attaque les chancres ne commencent pas à se manifester avant un minimum d'une trentaine d'années.

Il est permis de présumer que les matériaux à base de ciment Portland résisteront mieux que ceux à base de chaux, mais il est peu probable qu'ils présenteront la résistance plus que séculaire des bonnes pierres calcaires. Cette opinion se justifie par la comparaison de leur structure avec celle des calcaires sableux ou des grès calcareux généralement très sensibles aux fumées.

Ce serait donc dénaturer complètement ma pensée que de tirer argument des défauts de la pierre que je signale, en faveur des matériaux de remplacement ou des pierres reconstituées qui sont loin de présenter les références des bons calcaires naturels.

#### Autres cas de sulfatation des pierres.

Les pierres peuvent être altérées en surface par des sulfates dus à d'autres causes que les fumées. Ce sont des cas d'espèce affectant des variétés de pierres ou des régions bien déterminées. L'aspect de ces altérations les distingue nettement de celles que provoquent les fumées : les croûtes ne sont pas noircies par les suies ni recroquevillées. La sulfatation se constate aussi bien dans les campagnes, loin de toute source de fumée que dans les villes.

Le professeur BOURCART a consacré des études détaillées à l'altération du tuffeau de Touraine appartenant au Turonien inférieur (Ligérien) et couramment utilisé dans cette province comme pierre de taille [4-5]. Cette pierre, très tendre et poreuse renferme environ 50 % de carbonate calcique et 50 % de résidu composé principalement de silice hydratée. On y décèle environ 0,30 % de pyrite ( $\text{FeS}_2$ ). L'altération limitée aux endroits humides se présente sous forme d'exfoliations en plaquettes de 5 à 10 mm d'épaisseur du côté est et d'alvéolisation du côté ouest. On décèle toujours la présence de gypse dans les exfoliations. L'origine du soufre doit être recherchée dans la présence de la pyrite; il est probablement transformé en  $\text{SO}_3$  par des bactéries désulfurantes.

M. BOURCART a trouvé respectivement 0,31 % de  $\text{CaSO}_4$  à la cathédrale d'Angers et 2,18 % au château de Montsoreau, ce dernier en rase campagne. Il en a trouvé par contre 7,05 à la cathédrale de Saint-Gatien, à Tours. J'ai moi-même examiné cette cathédrale : beaucoup de pierres présentent des chancres de fumée caractéristiques accompagnés de formations stalactitiques de gypse. Il en est de même du mur du vieux musée proche de la cathédrale. J'ai trouvé respectivement dans des croûtes noircies de ces monuments 12,75 % et 8,57 % de sulfate calcique. Il est certain que la sulfatation due aux fumées vient, en ces endroits, se superposer à la sulfatation d'origine pyriteuse signalée par M. BOURCART.

Il n'y a pas de doute qu'à Tours les pierres soient dans une certaine mesure affectées par les fumées. Les moulures du socle du Palais de Justice (1846), en pierre de Lavoux à grain (oolithe miliare) laissent voir de petits chancres bien nets où j'ai trouvé 9,46 % de sulfate calcique.

Des altérations présentant beaucoup d'analogie avec celles que M. BOURCART a relevées en Touraine, s'observent dans les Charentes, aussi bien dans les campagnes que dans les villes, mais surtout à Angoulême. Mon passage dans cette région a malheureusement été trop bref pour en faire une étude approfondie. On y utilise une grande variété de calcaires tendres : cénomaniens et turoniens

dont les principaux sont le calcaire coquillier d'Angoulême, les pierres de Saint-Même, de Sireuil, de Nersac, de Pombreton et de Crazannes. En termes du pays, beaucoup de ces pierres sont dites « salpêtreuses » et « venteuses ». La pierre d'Angoulême paraît être la plus généralement affectée par ces défauts qui, dans les autres, ne se présenteraient que dans certaines parties des gisements.

Il est malheureusement d'usage, dans cette région, de placer ces pierres au contact du sol, même dans des monuments tels que le bel hôtel de ville d'Angoulême. Dans tous les édifices, la hauteur d'ascension capillaire de l'eau du sol, allant de 2 à 3 m, est nettement marquée. Au-dessus de cette limite, les pierres sont généralement dans un très bon état de conservation. Immédiatement sous cette limite, sur une hauteur de quelques décimètres, les pierres sont très souvent « venteuses », c'est-à-dire profondément érodées et cavernueuses. (Le terme « venteuses » fait penser à une érosion par le vent, ce qui n'est pas le cas.) Plus bas et jusqu'au niveau du sol, la pierre, très écaillée, est dite « salpêtreuse ».

Dans quelques monuments rationnellement construits, avec socle en pierre dure de Vilhonneur, tels la Caisse d'Épargne et la Banque Nationale, aucune altération ne s'est produite. Dans les villes, particulièrement à Angoulême et surtout à l'hôtel de ville construit en 1860 par ABADIE, l'attaque par les fumées s'est produite sur les parties salpêtreuses et venteuses. Ces dernières sont auréolées de croûtes noires très riches en gypse. A l'hôtel de ville d'Angoulême j'ai trouvé 17,90 % de sulfate calcique dans une de ces croûtes noires. Les pierres venteuses et salpêtreuses partiellement désagrégées et généralement imprégnées d'humidité constituent évidemment un terrain d'attaque favorable pour les fumées. Ici, comme à Tours, il y a superposition des deux phénomènes.

L'eau du sol circulant en sens unique à la base des édifices doit concentrer des sels au voisinage de la surface et surtout vers la limite d'ascension capillaire où l'érosion de la pierre est la plus prononcée.

Il ne semble pas que les sels proviennent du sol, parce que le phénomène est universel et paraît indépendant de la nature du sol. Du reste, tous les carriers sont d'accord pour l'attribuer à la pierre proprement dite.

Dans une ancienne carrière de Crazannes, j'ai observé deux parois recouvertes sur une grande étendue de petites mouches de gypse pur. A Sainte-Marguerite la paroi d'une ancienne carrière de calcaire d'Angoulême était très écaillée; ces écailles renferment 1,76 % de gypse. Enfin, dans la façade du musée d'Angoulême, ancien couvent datant du XVII<sup>e</sup> siècle, de la poudre grattée dans une pierre venteuse en calcaire d'Angoulême m'a donné 2,38 % de gypse.

Les calcaires précités sont remarquablement purs et je n'ai pu y déceler de pyrite; je suis porté à supposer qu'ils renferment *localement* du gypse. Je dois cependant faire certaines réserves, car en contre-partie des constatations mentionnées ci-dessus, aucun des échantillons de pierres de taille que j'ai prélevés dans les diverses carrières n'a révélé la moindre quantité de sulfates.

#### Preuves de l'altération des pierres par les fumées.

Si je crois utile d'accumuler une série de preuves de l'altération des pierres par les fumées, c'est que j'ai parfois rencontré un certain scepticisme, sinon sur la réalité du phénomène, tout au moins sur son importance.



a) Des formations de croûtes et exfoliations semblables à celles que l'on observe sur les monuments ont été obtenues par SCHAFFER sur des cubes de pierres exposés en laboratoire à l'action prolongée d'anhydride sulfureux [15].

b) De nombreuses analyses publiées par divers auteurs et un très grand nombre d'analyses effectuées par moi-même révèlent dans les croûtes noires des pierres chancereuses des teneurs massives de gypse. Un tel apport de soufre ne peut se concevoir autrement que par les fumées de houille. Voici quelques analyses typiques (tableau n° 1).

TABLEAU I.

	CALCAIRE sableux ledien (1)	PIERRE de Cober- tange (2)	PIERRE d'Euville (3)	CALCAIRE grossier tendre (4)	CALCAIRE grossier tendre (5)
	%	%	%	%	%
Insoluble dans HCl.	31,27	28,08	3,59	7,60	8,33
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$ .....	2,94	3,38	0,82	1,82	2,08
$CaCO_3$ .....	25,16	23,11	78,71	40,24	50,82
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$ .....	37,43	42,76	14,37	47,16	35,83
Carbone et divers...	3,20	2,67	2,51	3,18	2,94
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(1) Église Sainte-Marie, à Bruxelles.

(2) Musée de peinture et sculpture, rue de la Régence, à Bruxelles.

(3) Balustres au cours Albert I<sup>er</sup>, à Paris.

(4) Mur du Jardin des Plantes, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, à Paris.

(5) Mur de la Cité Fontaines, à Bruxelles.

c) L'altération rapide de beaucoup de pierres dans les grandes villes et leur comportement incomparablement meilleur dans les campagnes où elles sont exemptes de croûtes et chancres noirs sulfatés.

La comparaison des monuments en calcaire grossier des villages de l'Île-de-France avec ceux de Paris est édifiante à cet égard.

En Belgique tous les monuments en calcaire ledien des villes sont terriblement ravagés : l'église Saint-Servais, à Bruxelles, datant de 1876, est extrêmement délabrée. Les nombreuses églises, de même pierre, des villages flamands, datant du XIV<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle sont dans un état très satisfaisant. Des constatations analogues peuvent être faites pour toutes les pierres sensibles aux fumées.

d) Quelques exhumations de murs anciens fournissent des preuves directes.

SCHAFFER relate qu'en déplaçant, il y a une quarantaine d'années, un monument du XVIII<sup>e</sup> siècle, appliqué contre un mur de l'abbaye de Westminster, construite en pierre de Caen vers 1350, la pierre mise à nu fut trouvée en excellent état de conservation tandis que la pierre non préservée entourant le monument était dans un état avancé de délabrement. Il y a donc des raisons de croire que la pierre est restée inaltérée pendant près de 400 ans et que l'altération que l'on constate actuellement s'est développée pendant les 150 à 200 dernières années. 30 ans après que fut enlevé le monument appliqué au mur, les signes d'altération se sont déjà manifestés dans l'aire protégée par le monument, bien que l'emplacement de celui-ci soit encore nettement perceptible [16].

L'aile arrière de l'hôtel de ville de Bruxelles, incendiée lors du bombardement de 1695, fut reconstruite en 1706

en calcaire ledien. La façade de la rue de l'Amigo fut affectée à l'affichage, sur une hauteur d'environ 5 m, depuis au moins un siècle, jusqu'en 1943, année où l'affichage fut supprimé et où l'on enleva une couche épaisse d'affiches superposées qui avaient préservé la pierre. La pierre mise à nu par l'enlèvement des affiches, qui fut exposée pendant près d'un siècle et demi aux intempéries, est encore dans un état de grande fraîcheur et a conservé une teinte claire. Elle n'a cependant été ni grattée ni ravalée comme en témoignent de nombreuses bribes de papier encore adhérentes. La partie supérieure de la façade qui ne fut pas protégée est fortement noircie et assez chancreuse (fig. 13). L'altération de la pierre au cours du dernier siècle a donc été beaucoup plus intense qu'au cours du siècle précédent où l'usage de la houille était très peu répandu [16].

e) De nombreux tableaux et dessins du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle, d'une exécution souvent très minutieuse, représentent en clair des monuments de nos grandes villes qui apparaissent actuellement noircis par les fumées. Il y en a toute une série au musée Carnavalet.

f) Dans les grandes villes, il est très significatif que l'altération rapide de certaines pierres s'est manifestée peu après que se soit répandu l'usage de la houille. Brussement, la restauration de nombreux monuments s'est imposée. En Belgique, l'ouverture du canal de Charleroi en 1829 et la construction des premières lignes de chemins de fer à partir de 1833, entraînent l'emploi massif de la houille. Les grandes restaurations débutent entre 1840 et 1850, et dans la seconde moitié du siècle prennent une amplitude telle que presque toutes les pierres apparentes en calcaire ledien de l'hôtel de ville de Bruxelles et de la cathédrale d'Anvers sont remplacées par de la pierre de Gobertange. Celle-ci, malheureusement, s'altère aussi, moins vite cependant. C'est aussi alors que se répand l'habitude de protéger les pierres naturelles en les peignant à la céruse.

Il n'est pas exagéré de soutenir que la fumée résultant de la combustion de la houille est, de beaucoup, l'agent principal de la détérioration des pierres et de nombreux matériaux dans les centres urbains et industriels.

### Répartition de la sulfatation par les fumées.

Passons graduellement des aires étendues à la localisation de détail.

1<sup>o</sup> Il est évident que c'est surtout dans les grandes agglomérations et régions industrielles que la sulfatation est la plus intense : Londres, Paris, Bruxelles, Anvers, Gand, Lille, etc. Elle est cependant encore très appréciable dans des villes d'importance moyenne dotées d'usines et de grandes gares : Malines, Bruges, Nancy, Angoulême, etc. Il arrive même que dans de gros villages, de petits chancres noirs, assez rares, mais nettement attribuables aux fumées, s'accrochent à l'un ou l'autre contrefort de vieilles églises.

2<sup>o</sup> Souvent dans les villes on peut délimiter des zones particulièrement exposées aux ravages des fumées. A Bruxelles c'est très net. L'agglomération est traversée par la vallée de la Senne de direction nord-sud. Tandis que le flanc occidental est à peine surélevé, le flanc oriental sur lequel la plupart des monuments anciens sont étagés forme un escarpement d'une trentaine de mètres. Les

fumées de la ville basse, des grandes gares et des faubourgs industriels, malencontreusement situés au sud-ouest d'où proviennent les vents pluvieux dominants, sont rabattues sur le coteau où elles occasionnent des ravages particulièrement importants.

Paris est proportionnellement beaucoup moins ravagé par les fumées que le centre de Bruxelles. Les causes en sont diverses : la consommation de charbon est relativement moindre et moins ancienne (climat plus doux); la ville est aérée par de larges dégagements; les faubourgs industriels sont situés au nord-ouest, les principales gares au nord et à l'est, en sorte que les vents pluvieux de sud-ouest n'arrivent pas chargés de leurs fumées. Dans l'ensemble, la sulfatation peu sensible au sud-ouest de l'agglomération progresse graduellement vers le nord et l'est.

Il existe cependant deux zones particulièrement exposées aux fumées : ce sont les flancs sud-ouest des buttes de Montmartre et de Ménilmontant dont l'altitude atteint 123 m (la Seine coule à la cote 30). Ils sont battus par les vents de sud-ouest drainant les fumées de la plus grande partie de la ville. Il s'y trouve heureusement peu de monuments, mais les cimetières de Montmartre et du Père-Lachaise sont les sièges d'une sulfatation intense. Leur position est très comparable au flanc oriental de la vallée de la Senne à Bruxelles.

A une échelle moindre, la position d'Angoulême mérite d'être signalée. Cette ville située sur une colline de 40 à 50 m d'élévation, est contournée par une boucle de la Charente. Tout autour de la ville, au fond de la vallée, se trouvent d'assez nombreuses usines dont les cheminées rejettent les fumées au niveau de la ville haute. Aussi ne faut-il pas être surpris de trouver des phénomènes de

sulfatation inattendus dans cette localité d'importance moyenne.

3<sup>o</sup> Dans une zone exposée aux fumées il est très manifeste que les endroits ombragés, où stagne l'humidité, sont particulièrement favorables à la formation des chancres. Parmi les nombreux exemples il n'en est pas de meilleurs que les cimetières de Montmartre et du Père-Lachaise, aux plantations très touffues. Les piliers de la clôture de la Halle aux Vins, quai Saint-Bernard, à l'ombre des platanes ont dû presque tous être cimentés; là où subsiste la pierre naturelle, elle est extrêmement chancreuse.

4<sup>o</sup> Dans un même édifice, la position des pierres peut influer sur leur attaque par les fumées. *Pour beaucoup de pierres poreuses une position incorrecte entraînant la pénétration capillaire et la stagnation de l'eau favorise nettement la production de chancres.*

Nous en avons l'exemple pour le calcaire coquillier, très poreux, d'Angoulême, placé au contact du sol. La présence continue de l'eau favorise éminemment les réactions. Les encoignures, cavités, redans sous les bandeaux et parties saillantes, sont aussi des endroits où se localisent de préférence les chancres. Ceci n'est pourtant pas absolu et certaines pierres sont affectées en toutes positions, même les plus correctes. Ainsi, des chancres s'aperçoivent dans certains guichets du Louvre, à l'abri de la pluie.

Les balustres sont des éléments d'architecture particulièrement sujets aux chancres, qu'il faudrait toujours faire en pierres très résistantes. Par contre, les parties très élevées des monuments, tours, clochers, paraissent peu affectées par les fumées, soit que celles-ci tendent à se rabattre au voisinage du sol, soit que ces parties soient mieux lavées et aérées par les vents tourbillonnants.

## DEUXIÈME PARTIE

### EXAMEN OBJECTIF DES PIERRES DE TAILLE CALCAIRES LES PLUS RÉPANDUES, DES BASSINS FRANCO-BELGES

Cet examen est limité à un certain nombre de pierres présentant un grand intérêt économique ou archéologique, suffisamment représentées dans nos grandes villes pour permettre de juger leur comportement à l'action des fumées.

Ces pierres sont définies par leur gisement, leur nature lithologique, leur composition chimique, une appréciation de leur comportement au gel et l'indication de leurs paramètres suivants :

$d$  : Poids spécifique apparent ou poids du mètre cube à sec.

$R'_1$  : Résistance à l'écrasement, en kilogramme par centimètre carré;

$P$  : Absorption d'eau en pour cent du poids de la pierre, après 24 h d'immersion;

$P_v$  : Absorption d'eau en pour cent du volume de la pierre, après 24 h d'immersion;

$P_a$  : Porosité absolue ou indice des vides;

$\frac{P_v}{P_a}$  : Coefficient de saturation d'après HIRSCHWALD [8].

Les coupes de carrières ne sont pas données dans cette note. La plupart des calcaires examinés étant assez purs et présentant une grande monotonie de composition chimique, celle-ci ne sera indiquée que dans quelques cas particuliers.

L'appréciation de la gélivité ne résulte pas de l'essai classique du laboratoire pour lequel j'éprouve de la méfiance, mais de constatations personnelles et d'indications fournies par certains grands négociants en pierres de taille, non intéressés dans la production des pierres et dont l'avis mérite la plus grande confiance. Nul n'est mieux placé que ces praticiens pour connaître le comportement des pierres dans les constructions et au stockage.



L'indice des vides a été soit mesuré expérimentalement, soit, le plus souvent, calculé par la formule du professeur

BOURCART :  $P_a = \left(1 - \frac{d}{2,70}\right) \times 100$  qui, pour les catégories envisagées, est très satisfaisante [3].

Les pierres sont classées suivant la classification de l'AFNOR [1] basée sur les excellents travaux de MESNAGER [14], L'HERMITE et FERET [13] et BOURCART [3]. Anticipant sur mes conclusions, j'ai constaté que toutes les pierres froides ( $d > 2\,580$  kg —  $R'_1 > 1\,080$  kg —  $P_a < 4,5\%$ ) que j'ai examinées en très grandes quantités, se sont toujours montrées parfaitement réfractaires à la formation de chancres. Parmi elles se trouvent notamment les pierres de Comblanchien, Hauteville, Château-Landon, etc., et la plupart des marbres. C'est pourquoi il n'en est pas fait mention dans la suite. Il est toutefois fait exception pour le Petit-granite, la principale pierre belge, et la pierre de Moha-Vinalmont, qui viennent compléter les séries lithologiques dont il sera question dans mes conclusions.

Le jugement sur le comportement à l'action des fumées est basé sur l'examen de très nombreuses constructions dont les listes allongeraient trop cette note.

Les paramètres des diverses pierres sont rassemblés dans le tableau n° 2.

### Pierres belges.

*Calcaire ledien.* Éocène. Ét. ledien (= Auversien).

Gisements : en bancs de 0,40 à 0,50 m dans les sables lediens de la Flandre et du Brabant, entre Escaut et Dyle, pratiquement épuisés.

Calcaire très sableux (sable : 29 à 46 %), souvent appelé grès ledien, finement grenu, glauconifère dans son faciès occidental, non gélif, prenant une teinte gris jaunâtre.

Le calcaire ledien présente un très grand intérêt archéologique car il a servi à la construction de la plupart des monuments anciens des Flandres et du Brabant, depuis l'époque romane.

C'est, de toutes les pierres étudiées, la plus sensible à l'action des fumées : les chancres se forment en plein parement. Tous les monuments des grandes villes ont dû subir de très importantes restaurations tandis que la pierre se comporte assez bien dans les campagnes. Des pierres placées en 1912 à la gare de Gand-Saint-Pierre présentaient des chancres de fumée noirs, au bout de 30 ans.

*Pierre de Gobertange.* — Éocène. Ét. lutétien (= Bruxellien).

Gisement : huit à dix bancs de 0,20 à 0,40 m dans les sables bruxelliens, près de Jodoigne (Brabant).

Pierre à grain fin formée de lits et de poches dues à des tubulations d'annélides, en calcaire sableux, glauconifère, alternant avec des lits crayeux. La teneur en sable est comprise entre 15 et 25 %.

Pierre ferme, non gélive, prenant une très belle patine blanchâtre. Il existe, dans les petites villes du Brabant oriental, des monuments remontant à l'époque romane, en bon état de conservation.

Le gisement, en voie d'épuisement, a été exploité activement au cours du XIX<sup>e</sup> siècle : les pierres ont servi à la restauration des vieux monuments en ledien ainsi qu'à la construction de nombreux monuments et façades. La pierre est assez attaquable par les fumées qui produisent des chancres en plein parement, souvent au bout d'une cinquantaine d'années.

*Petit-granite.* — Carbonifère. Ét. Dinantien. Sous-ét. Tournaisien.

Gisements : assise de 30 à 40 m de puissance, affleurant au bord nord du Géosynclinal de Namur (Soignies, Écaunines, Neufville, Maffles) et dans une série de synclinaux du Géosynclinal de Dinant (Sprimont, Comblain-au-Pont, Anthisnes, etc.). Carrières nombreuses dont plusieurs très importantes.

Calcaire à gros grains cristallins, composé d'articles d'encrines et nombreux fossiles spathisés, agglomérés par un ciment micro-cristallin compact, pigmenté par du carbone. Les bancs sont parcourus par des joints stylolithiques (terrasses), plus ou moins nombreux. Pierre froide, non gélive, présentant une teinte gris bleuâtre (pierre bleue) et prenant graduellement une patine d'un gris plus ou moins foncé.

L'appellation commerciale de « petit-granite » est due à l'aspect scintillant de la pierre et est à rapprocher de celle de « granite de l'Yonne » que l'on a parfois attribuée au calcaire à encrines de Pouillenay et de celle de « Mendip granite » appliquée à un calcaire encrinétique anglais.

Les plus anciens monuments datent du XVI<sup>e</sup> siècle. L'extraction a pris un caractère intensif dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle; elle représente actuellement plus de 90 % de la production des pierres de taille belges. Pierre absolument réfractaire à la formation de chancres.

*Pierre de Moha et de Vinalmont.* — Carbonifère. Ét. Dinantien. Sous-ét. Viséen. Extraite dans quelques petites carrières aux environs de Huy (Prov. de Liège).

Calcaire à oolithes agglomérées par un ciment micro-cristallin, très compact. Pierre froide, non gélive, prenant une très belle patine blanchâtre, ayant servi à la construction de quelques très beaux monuments (Cathédrale Saint-Pierre et Saint-Paul à Ostende), totalement réfractaire à la production de chancres.

### Pierres françaises.

#### BASSIN PARISIEN

*Calcaire grossier.* — Éocène. Partie supérieure du Lutétien marin.

Gisements : le calcaire grossier a été extrait depuis la plus haute antiquité dans le sous-sol du Paris actuel et dans nombre de localités de l'Ile-de-France. Actuellement les principales exploitations se groupent dans la région de Creil, à Saint-Maximin, Saint-Vaast, Montataire, Laigleville. De moindres exploitations se trouvent à Méry-sur-Oise, Villiers-Adam, Clamart et en quelques points de la vallée de l'Aisne.

A Saint-Maximin et à Saint-Vaast, on extrait sur 15 à 20 m toute une gamme de calcaires plus ou moins coquilliers, tantôt grossièrement grenus, tantôt à grain assez fin, souvent éveillés, c'est-à-dire alvéolaires. Ils sont caractérisés par la présence plus ou moins abondante de Miliolites et par un résidu de dissolution sableux allant de 3 à 17 %. Ils sont classés en roches fermes, demi-fermes et douces (tendres), ces subdivisions correspondant assez sensiblement à celles de l'AFNOR.

Sous ces calcaires plus ou moins sableux se trouve le « Saint-Leu », calcaire tendre, à grain très fin, laissant 10 à 15 % de résidu argilo-siliceux, épais de 8 à 10 m.

A Méry-sur-Oise on exploite 4 m de calcaire à grain fin, laissant un résidu argilo-siliceux de 5 à 10 %; tantôt ce calcaire est homogène et porte le nom de « banc franc », tantôt il est interstratifié de lits et de linéoles à texture crayeuse, de 2 à 20 mm d'épaisseur et porte alors le nom de « banc royal ». Ces lits sont improprement dits « gras » ou « argileux », car plusieurs analyses m'ont montré qu'ils renferment sensiblement la même proportion de matière argilo-siliceuse que le calcaire plus grenu qui les entoure. Ce calcaire repose sur 1 m de calcaire à grain assez fin analogue à la roche douce de Saint-Maximin. C'est aussi une roche douce que l'on exploite à Villiers-Adam.

Les anciennes carrières du sous-sol de Paris ont fourni des calcaires à moules de cérithes, dits à vérons, de qualités fort inégales, que l'on retrouve dans beaucoup de constructions de Paris, ainsi que des calcaires lités, bien représentés dans les colonnes du Palais-Royal.

Placé rationnellement dans les bâtiments, le calcaire grossier résiste généralement bien aux intempéries naturelles. Saturées d'eau, les roches douces et surtout les pierres de Méry, de Saint-Leu, certains bancs à vérons s'effrittent ou s'écaillent par le gel.

Le calcaire grossier prend une patine gris jaunâtre. Il est d'un emploi généralisé à Paris et dans l'Ile-de-France où l'on admire tant de beaux monuments. Il a été très employé à Bruxelles pendant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, puis supplanté par les pierres du département de la Meuse.

Le calcaire grossier est altérable par les fumées. Cette altération est relativement faible et met beaucoup de temps à se manifester dans les roches fermes et demi-fermes. Par contre, dans les endroits enfumés, les roches douces sont sujettes à la formation de chancres très développés (fig. 10). Cette formation est particulièrement rapide dans les pierres litées (fig. 14) et dans les pierres du type « banc royal » de Méry où ils prennent naissance le long des linéoles marneuses, parfois en moins de 30 ans (fig. 15).

#### DÉPARTEMENT DE LA MEUSE

Ce département est très riche en bonnes pierres de taille que leur situation géographique destine surtout au nord-est de la France et à la Belgique.

*Pierres d'Euville et de Senonville.* — Jurassique. Ét. Rauracien.

Gisements : grands amas lenticulaires pouvant dépasser 20 m de puissance, situés dans la vallée de la Meuse, près de Commercy et de Saint-Mihiel.

Calcaires à gros grains, à cassure scintillante, constitués d'articles d'encrines et de débris d'oursins (radioles de *Cidaris florigemma*), unis par un ciment en majorité cristallin. Le grain est plus ou moins régulier et grossier; la pierre est parfois un peu éveillée; elle n'est pas gélive, résiste très bien aux intempéries naturelles et prend une patine beige clair à gris jaunâtre.

L'exploitation des carrières date du milieu du siècle dernier. La pierre est surtout utilisée en France pour travaux publics et socles bien qu'elle ait un emploi monumental assez étendu.

En Belgique son usage très étendu date du début du XX<sup>e</sup> siècle, sous l'impulsion de MAQUET et GIRAULT, architectes de Léopold II; c'est, après le petit-granite, la pierre la plus utilisée pour monuments, grands immeubles, façades de luxe.

La pierre d'Euville se montre malheureusement très sensible aux fumées, les chancres ayant tendance à se former dès une quarantaine d'années dans les parties bombées, sculptées, moulurées, même bien abritées des intempéries (fig. 4, 5, 7, 8); par contre, les chancres ne se produisent que très exceptionnellement en plein parement. Les balustres et restaurations d'églises sont particulièrement affectés.

*Pierre de Lérrouville.* — Jurassique. Ét. Rauracien.

Gisements : très importants amas lenticulaires exploités dans une série de carrières à Lérrouville, au bord de la Meuse.

La pierre de Lérrouville est de constitution très voisine de celle de la pierre d'Euville; elle présente diverses variétés suivant le grain et la cimentation; celle-ci est plus crayeuse que cristalline, aussi la pierre a-t-elle plus que celle d'Euville tendance à s'épaissir aux arêtes. Elle n'est pas gélive et prend une patine grisée à gris jaunâtre.

L'exploitation est très ancienne. La pierre est très répandue dans le nord-est de la France et particulièrement à Nancy où elle est utilisée pour travaux publics et monuments. Elle a connu une certaine vogue en Belgique avant l'emploi de la pierre d'Euville. Elle résiste encore moins bien que celle-ci aux fumées.

Les pierres de Mécrin et de Boncourt sont très semblables à la pierre de Lérrouville. On a exploité dans la région de Verdun de nombreux calcaires encriniques de même âge, mais de qualité nettement inférieure.

*Pierres de Reffroy et Saint-Joire.* — Jurassique. Ét. Portlandien infér. (oolithe du Barrois).

Gisements : de Tannois à Saint-Joire, un niveau de 2 à 3 m de puissance, affleurant sur 25 km environ suivant la vallée de l'Ornain, a été exploité dans une série de carrières dont celles de Reffroy-Cirauval et Saint-Joire fournissaient les pierres les plus estimées.

Ces carrières, non rentables dans les circonstances actuelles, sont provisoirement inactives. L'exploitation ne se fait plus qu'à Tannois. Le calcaire, à grain assez gros, est constitué d'oolithes et petits débris de coquilles entremêlés. Il donne une pierre ferme, non gélive, à patine gris clair.

La pierre a été très utilisée en Lorraine, surtout à



Nancy, ainsi qu'en Belgique depuis environ 75 ans. Les chancres n'y sont pas fréquents et la pierre résiste assez bien aux fumées.

*Pierre de Savonnières.* — Jurassique. Ét. Portlandien supér. (oolithe du Perthois).

Gisement : couche d'environ 3 m de puissance exploitée à Savonnières et Juvigny.

Calcaire à grain assez fin, à stratification entre-croisée, composé d'oolithes creuses, plus ou moins veiné par des lits de fragments de coquilles. La pierre comporte souvent des traînées de moules de coquilles la rendant celluleuse. On distingue trois qualités commerciales : la pierre de construction, très coquillière, la pierre *semi-fine*, beaucoup moins coquillière, et la pierre *fine*, à peine coquillière.

La pierre, tendre à demi-ferme, très poreuse, présente cependant une remarquable résistance au gel et aux intempéries naturelles. Elle prend une patine d'un gris plus ou moins pâle; son emploi est très étendu dans le nord-est de la France et surtout en Belgique où elle est très estimée et suit de près la pierre d'Euville.

L'examen, en Belgique, d'un grand nombre de constructions dont certaines remontent à 1860, témoigne d'une très bonne résistance aux fumées.

En contradiction avec ces constatations, on observe dans les cimetières de Paris de nombreuses stèles de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, formées par des dalles posées de champ présentant les caractères d'une Savonnières fine, très claire et très tendre. Elles sont extrêmement exfoliées par sulfatation.

Il faut prendre en considération que DURAND-CLAYE mentionne 256 essais de pierre de Savonnières ayant donné des résistances allant de 22 kg à 201 kg. Il y avait donc des pierres de Savonnières beaucoup plus tendres que celles qui se rencontrent actuellement. Ces pierres ont sans doute été choisies par les entrepreneurs de monuments funéraires pour leur taille très économique. Placées en position défectueuse dans les cimetières très humides et exposés aux fumées, elles ont fortement pâti de l'action de ces dernières. Dans les mêmes cimetières la Savonnières construction, convenablement protégée, dans des chapelles funéraires, se comporte bien.

Je considère donc la pierre de Savonnières répondant aux normes de l'AFNOR et correctement placée dans les constructions, en égard à sa porosité, comme résistant bien aux fumées.

*Pierre de Brouilliers.* — Jurassique. Ét. Portlandien supérieur (oolithe du Perthois).

Le gisement fait suite à celui de Savonnières; la hauteur de masse est d'environ 5 m. La pierre est de même structure, mais beaucoup moins coquillière; les alvéoles sont petites et rares. La pierre est tendre, à demi-ferme (liais). Ses propriétés sont sensiblement les mêmes que celles de la pierre de Savonnières. La pierre est surtout utilisée dans le nord-est de la France et en Belgique où divers monuments importants datent des années 70 à 80. Leur examen permet d'émettre pour la résistance aux fumées la même appréciation que pour la pierre de Savonnières convenablement placée.

*Pierre de Morley.* — Jurassique. Ét. Portlandien supérieur (oolithe du Perthois).

Le gisement de la forêt de Morley prolonge les précédents. Une seule carrière est encore ouverte : c'est celle de Javot où l'on exploite deux bancs de 0,90 m environ.

La pierre comporte diverses variétés, allant de la *Morley dure* à oolithes pleines, à la *Morley tendre* à oolithes creuses. Ces pierres ne sont pas gélives et prennent une patine gris blanchâtre.

Les variétés dures (fermes) ont connu un certain emploi en Belgique : constructions d'églises et restaurations. Les plus anciennes observations remontent à 1854 et la pierre de Morley dure a montré partout une très bonne résistance aux fumées sauf à l'église Saint-Josse à Bruxelles, construite en 1891 où des pierres dolomitiques donnent lieu à des chancres cavernaux avec efflorescences et cristallisations de sulfate de magnésie (fig. 11). Les parties creuses, pulvérulentes, renferment de 6 à 17 % de sulfate de magnésie :  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  avec absence presque totale de gypse tandis que les croûtes noires superficielles, presque exemptes de sulfate de magnésie, renferment de 20 à 25 % de gypse.

En conclusion, la pierre de Morley dure, non dolomitique, résiste très bien aux fumées, mais les pierres dolomitiques donnent lieu à des accidents fâcheux en atmosphère polluée. En atmosphère non polluée elles sont excellentes.

#### DÉPARTEMENT DE L'YONNE

*Roche de Ravières.* — Jurassique. Ét. Bathonien moyen.

Gisement : carrières à Ravières et à Cry, dans la vallée de l'Armançon. La roche de Ravières est exploitée sur 10 à 20 m, en dessous du Larrys et de divers marbres utilisés surtout aux travaux d'intérieur.

Calcaire ferme, blanc crème, à petites oolithes, avec veines de grosses oolithes, le plus souvent obliques, parfois parallèles à la stratification.

Exposée à la saturation par l'eau, en socle ou en forte saillie, la pierre est sujette à des accidents de gel.

Un grand nombre de références et de tests, recueillis à Paris et remontant à 1860, témoignent d'une excellente résistance aux fumées. Aucune formation de chancres n'a été décelée.

*Roche de Chassignelles.* — Jurassique. Ét. Bathonien.

Exploitée dans deux carrières, à Chassignelles, en aval de Ravières, la roche de Chassignelles paraît être l'équivalent stratigraphique de la roche de Ravières. Elle est surmontée de calcaires et marbres divers.

C'est un calcaire ferme, blanc crème, parsemé de grosses oolithes compactes, bistres, avec coquilles et quelques polypiers disséminés. Il donne lieu, au point de vue du gel, aux mêmes observations que la roche de Ravières et ne doit pas être exposé à la saturation par l'eau.

L'ouverture des carrières datant de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les références, assez nombreuses, ne remontent pas au delà de 1900. Elles sont favorables et, considérant la similitude de structure lithologique avec la roche de Ravières, permettent de conclure à une parfaite résistance aux fumées.

*Pierre de Pouillenay.* — Jurassique. Ét. Bajocien.

Gisement : puissant amas de calcaire encrinétique exploité à Pouillenay, sur une vingtaine de mètres, dans une grande carrière.

Calcaire formé d'articles d'encrines appartenant surtout à *Pentacrinus Bajocensis*, fortement agglomérés par un ciment de calcite micro-cristallin. Ce ciment est tantôt blanchâtre ou grisâtre, tantôt coloré en rose, rouge, jaune, orange ou brun par un peu d'hydrate ferrique, ce qui communique à la pierre une série de jolies teintes d'ou dérivent divers noms commerciaux. La cassure est scintillante, à gros grains. La pierre, ferme et dure, non gélive, prend souvent en climat humide une patine ocre. De nombreuses références, notamment la sépulture de la famille Halévy (1843), au cimetière Montmartre, prouvent une parfaite résistance aux fumées.

*Roche jaune de Massangis.* — Jurassique. Ét. Bathonien moyen et supérieur.

Gisement : groupe important de carrières où le calcaire est exploité sur une dizaine de mètres; il comporte diverses variétés passant souvent latéralement de l'une à l'autre, plus ou moins compactes, allant du jaune au blanc crème. La roche jaune est la plus estimée; c'est un calcaire oolithique, parsemé d'articles d'encrines et débris de coquilles spathisées, le tout aggloméré par un ciment cristallin. Par endroits les bancs renferment de nombreux « clous », plages plus compactes, ne constituant pas un défaut de la pierre, mais lui communiquant une patine irrégulière. Au lieu dit « Vaurion », la roche n'est généralement pas clouteuse et on la distingue sous le nom de *roche jaune de Vaurion*, bien que des pierres non clouteuses puissent se trouver dans les autres parties du gisement.

Les roches jaunes de Massangis et de Vaurion sont fermes à dures, prennent rapidement une patine blanchâtre et, pour cela, sont estimées en Belgique pour les travaux de restauration. En France elles sont très utilisées pour monuments et travaux publics.

Des références assez nombreuses remontant à 1898 sont entièrement favorables au comportement de cette pierre aux fumées.

Les roches claires et liais de Massangis et de Vaurion sont aussi de bonnes pierres, un peu moins dures que la roche jaune. Certains bons praticiens estiment qu'il faut les utiliser avec prudence et ne les placent ni en socle ni en fort relief.

#### DÉPARTEMENT DE LA VIENNE

*Pierre de Chauvigny.* — Jurassique. Ét. Bathonien.

Gisements : les carrières sont situées aux lieux dits « Peuron » et « Artiges », sur le territoire de Chauvigny. La pierre de Chauvigny proprement dite, calcaire blanchâtre, parfois jaunâtre, à oolithes pleines, moyennes ou grosses, et à ciment cristallin, est exploitée sur une douzaine de mètres. Elle passe graduellement, vers le bas, à un calcaire finement grenu, à très petites oolithes rappelant le Tercé blanc.

La pierre de Chauvigny, ferme, non gélive, prenant une patine blanchâtre, parfois jaunâtre, présente à Paris et à

Bruxelles de nombreuses références remontant à 1857, témoignant d'un bon comportement aux fumées. Je n'ai rencontré comme exception que la balustrade entourant l'arc de triomphe du Carrousel aux Tuileries où d'assez nombreux balustres sont détériorés par des chancres; j'y ai décelé 13,10 % de gypse. Ces balustres paraissent tirés de pierres de dureté inférieure à la normale.

Il semble que les pierres de Chauvigny des meilleurs bancs, donnant au moins 300 kg de résistance à l'écrasement, doivent inspirer toute confiance au point de vue du comportement aux fumées.

*Pierre de Tercé.* — Jurassique. Ét. Bathonien.

La pierre est exploitée dans une grande carrière, ouverte vers 1860 au flanc d'une colline. Celle-ci entamait, à ses débuts, sur quelques mètres la pierre de Tercé proprement dite ou Tercé blanc. La carrière ayant maintenant entamé fortement la colline, rencontre successivement des couches de plus en plus élevées. Actuellement, le Tercé blanc est extrait à la partie inférieure du front de carrière sur 9 à 10 m; plus haut se trouvent des bancs plus grenus, à oolithes de plus en plus grandes qui ne sont plus, à proprement parler du Tercé mais se rapprochent du Chauvigny à petites oolithes.

Le Tercé blanc est un calcaire demi-ferme à ferme, blanchâtre, prenant une patine blanc jaunâtre, finement grenu, à très petites oolithes.

Il n'est pas gélif, à l'exception d'un banc de 1,20 m d'épaisseur (banc de 4 pieds), caractérisé par la présence de moules de coquilles, qui se trouve en son milieu. Ce banc est très gélif et doit être rejeté. Ce détail a son importance; la carrière de Tercé a en effet fourni entre 1863 et 1880 plusieurs milliers de mètres cubes de pierres pour la construction du Palais de Justice de Bruxelles. Beaucoup de pierres placées dans les corniches monumentales, surtout du côté ouest, sont chaque hiver rompues par gros fragments dont la chute crée un réel danger.

J'ai observé le même phénomène de gélivité spectaculaire dans le mur d'une petite ferme de Tercé en pierres du banc de 4 pieds. J'ai pu identifier les pierres gélives du Palais de Justice avec celles de ladite ferme; les unes comme les autres renferment de grands moules de coquilles et sont caractérisées par un coefficient de saturation anormalement élevé : 0,88 à 0,90 (voir tableau II). L'évolution de la carrière montre nettement qu'à l'époque de la fourniture des pierres du Palais de Justice, le banc de 4 pieds constituait une partie notable du front d'attaque encore peu développé.

A l'exception de ce banc, la pierre de Tercé, très appréciée en France, n'est pas gélive. De nombreux monuments funéraires des cimetières de Tercé et de Poitiers, bien que très exposés au gel, sont en parfait état. Les mécomptes éprouvés au Palais de Justice de Bruxelles, dont la cause n'avait jamais été décelée jusqu'ici, ont malheureusement fermé le marché belge à la pierre de Tercé.

Je n'ai pu observer sur l'énorme quantité de pierre de Tercé du Palais de Justice qu'un très petit nombre de chancres localisés dans les parties très humides, bien que ce monument reçoive les fumées de la ville basse et des faubourgs industriels. La pierre de Tercé doit donc être considérée comme résistant assez bien aux fumées.



# INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

TABLEAU II. — PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ET PHYSIQUES MOYENNES DES PIERRES.

	CALCAIRE LEDIEN	GOBERTANGE	PETIT-CRANITE	MOHA et VINALMONT	PIERRES DE SAINT-MAXIMIN ET DE SAINT-VAAST			SAINT-LEU
					Fermes	Demi-fermes	Douces	
$d$ .....	2 100-2 500 kg	2 325-2 530 kg	2 700-2 750 kg	2 700-2 750 kg	2 050-2 250 kg	1 780-2 050 kg	1 650-1 780 kg	1 650 kg
$R_1^r$ .....	285- 675	300- 600	1 200-1 700	1 300-1 700	250- 350	110- 250	80- 110	50- 80
$P$ .....	2 à 7,8 %	1,5 à 4 %	0,5 à 1 %	0,3 à 0,6 %	6 à 8 %	8 à 14 %	14 à 17 %	16 à 18 %
$P_v$ .....	5 à 15	3,7 à 9	1,4 à 2,7	0,8 à 1,6	13 à 16	16 à 24	24 à 30	27 à 30
$P_a$ .....	7 à 22	6 à 15	2 à 3,5	1 à 2	17 à 24	24 à 34	34 à 39	40
$\frac{P_v}{P_a}$ .....	0,70 à 0,75	0,60	0,75	0,80	0,71	0,68	0,72	0,70

	MÉRY	EUVILLE et SENONVILLE	LÉROUVILLE	REFFROY SAINT-JOIRE	SAVONNIÈRES	BRAUVILLERS	MORLEY	
							Dure	Tendre
$d$ .....	1 650-1 850 kg	2 300-2 450 kg	2 300-2 400 kg	2 200-2 350 kg	1 650-1 950 kg	1 860-2 050 kg	2 200-2 400 kg	1 800-2 100 kg
$R_1^r$ .....	50- 100	250- 450	225- 350	300- 500	80- 160	90- 240	350- 450	150-250
$P$ .....	16 à 19 %	1,5 à 3,5 %	2 à 4 %	4 à 6 %	6,7 à 12 %	7 à 12 %	5 à 7 %	7 à 12 %
$P_v$ .....	27 à 32	3,5 à 8,5	5 à 9	9,5 à 13	12 à 21	14 à 21	13 à 15	16 à 25
$P_a$ .....	32 à 40	9 à 15	10 à 15	13 à 18	28 à 39	24 à 34	16 à 19	25 à 40
$\frac{P_v}{P_a}$ .....	0,75 à 0,85	0,50	0,55	0,71	0,45 à 0,55	0,59	0,70 à 0,80	0,63

	RAVIÈRES roche	CHASSIGNELLES roche	POULLENAY	MASSANGIS roche jaune	CHAUIGNY	TERCÉ BLANC	TERCÉ BLANC banc gélif	CHAZELLES
$d$ .....	2 250-2 350 kg	2 300-2 400 kg	2 500 kg	2 240-2 400 kg	2 200-2 380 kg	2 000-2 200 kg	2 100-2 150 kg	2 300-2 450 k
$R_1^r$ .....	330- 450	400- 550	500- 800	525- 700	250- 450	250- 300	—	425- 650
$P$ .....	5 à 7 %	4 à 6 %	1,6 à 2,4 %	2 à 4 %	3,70 à 6 %	7,5 à 10 %	8,7 à 9,6 %	2,5 à 5,5 %
$P_v$ .....	11 à 15	9 à 13	4 à 6	5 à 9	8 à 13	16 à 20	18,2 à 20,3	6,5 à 12
$P_a$ .....	13 à 17	11 à 15	6 à 9	10 à 17	11 à 18	20 à 25	20,7 à 22,5	9 à 15
$\frac{P_v}{P_a}$ .....	0,85	0,85	0,68	0,50	0,72	0,78 à 0,80	0,88 à 0,90	0,72 à 0,80

## DÉPARTEMENT DES CHARENTES

*Pierre de Chazelles.* — Jurassique. Ét. Callovien.

Les principales exploitations se trouvent sur les communes de Vilhonneur et de Saint-Germain, près de Chazelles. Celles de Vilhonneur étant les plus anciennes, la pierre est le plus souvent désignée sous ce nom. C'est un calcaire à oolites pleines unies par un ciment cristallin assez compact. Les oolites sont de grosseur assez diverse, mais assez uniforme à un même niveau. La pierre est ferme à dure, non gélive et prend une patine blanchâtre, légèrement jaunâtre.

Des tests et des références assez nombreuses provenant surtout d'Angoulême et remontant à 1850 témoignent d'une parfaite résistance aux fumées.

*Pierres de Crazannes.* — Crétacique. Ét. Turonien.

Des exploitations nombreuses qui s'étendaient sur les territoires de Crazannes et Plassay il ne subsiste qu'une carrière de médiocre importance, en activité, où la pierre est extraite sur 4 m environ.

Le calcaire, de grain moyen est un peu cellulaire; sa teinte va du blanc crème au jaune ocré; il n'est pas gélif et résiste très bien aux intempéries. Les propriétés mécaniques et physiques des pierres de Crazannes offrent une

grande dispersion et les classent dans les calcaires fermes et demi-fermes. Les pierres jaunes fermes sont souvent connues sous le nom commercial d'*Anthéor*. Elles ont connu une certaine diffusion hors de France.

Certaines façades de grands immeubles à Bruxelles remontant à 1870 environ, d'anciennes restaurations à Bruges montrent un bon comportement aux fumées. D'anciennes restaurations à la Cathédrale de Cologne se seraient bien comportées et sont citées comme référence.

Les pierres claires de différentes duretés sont connues sous le nom commercial d'*Angey* ou *Angelès*.

Les pierres demi-fermes supportent assez mal l'action des fumées ainsi qu'en témoigne le portail de la Cathédrale de Saintes, assez chancreux.

Les pierres crétaciques d'Angoulême (Turonien), Saint-Même (Turonien), Nersac (Cénomanién), Sireuil (Cénomanién), Pombreton (Cénomanién), sont réputées pour leur bonne résistance aux intempéries naturelles et au gel. Le calcaire coquillier d'Angoulême se montre, dans cette ville, très sujet à la formation de chancres surtout dans les parties humides. Les autres pierres sont rarement observables en milieu sulfaté. Une vieille maison d'Angoulême en pierre de Saint-Même se montre très chancreuse, même en élévation. Je considère toutes ces pierres, très tendres, comme fort sensibles aux fumées.

TROISIÈME PARTIE

CONCLUSIONS

De ces recherches, surtout objectives, il est permis de tirer certaines conclusions :

1° Toutes les pierres *froides*, indistinctement, supportent bien l'action des fumées, c'est-à-dire qu'elles ne se prêtent pas à la formation de chancres. Très rares sont aussi les pierres *dures* où des chancres se manifestent.

2° Les pierres sujettes à la formation de chancres appartiennent aux catégories des pierres *fermes*, *demi-fermes*, *tendres*, *très tendres*, pierres dont la porosité absolue ou indice des vides est supérieure à 13 %.

3° Dans ces dernières catégories, il n'y a pas de corrélation absolue entre les propriétés mécaniques et physiques d'une part, la sensibilité aux fumées d'autre part.

4° La plus grande partie des pierres examinées peuvent être groupées en quelques séries lithologiques : calcaires sableux, à encrines, à oolithes pleines, à oolithes creuses, calcaire grossier. Le comportement de ces séries est très

différent : c'est ainsi que des calcaires sableux ou à encrines, fermes, sont fort sensibles aux fumées, tandis que des calcaires à oolithes creuses, bien que tendres, supportent bien leur action. Mais *dans une même série lithologique*, c'est-à-dire pour une même structure de la pierre, la sensibilité aux fumées varie en sens inverse du degré de compacité, qui s'exprime par la résistance à l'écrasement ou par l'indice des vides.

J'ai cherché à schématiser cela dans le tableau III où les différentes séries lithologiques sont placées en regard les unes des autres et où les pierres sont approximativement situées selon le degré de sensibilité aux fumées résultant de mes observations.

5° La sulfatation du calcaire, sa transformation en gypse entraînant la formation de chancres paraît nettement être un phénomène intergranulaire, les parties fines du ciment étant plus facilement sulfatées que les grains compacts [4]. C'est particulièrement net pour les pierres encrinétiques :

TABEAU III. — SENSIBILITÉ RELATIVE DE QUELQUES SÉRIES DE PIERRES A L'ACTION DES FUMÉES (FORMATION DE CHANCRES).

SENSIBILITÉ aux fumées	CALCAIRE SABLEUX	CALCAIRE A ENCRINES	CALCAIRE A OOLITHES pleines	CALCAIRE A OOLITHES creuses	CALCAIRE GROSSIER lutétien
Grande	Calcaire Lédien 285 à 675 kg Pierre de Gobertange 300 à 600 kg	Lérrouville 225 à 550 kg Euville < 400 kg Euville > 400 kg Euville			Méry-banc royal Calcaires lités Saint-Leu
Assez grande					Roches douces 80 à 110 kg
Modérée			Tercé blanc 250-300 kg		Roches demi-fermes 110 à 250 kg Roches fermes 250-350 kg
Faible			Chauvigny < 300 kg	Savonnnières 80-160 kg Brauvillers 180-240 kg	
Nulle		Pouillenay 500-800 kg  Petit-granite 1 200-1 700 kg	Chauvigny 300-450 kg Morley dure 350-450 kg Ravières 330-450 kg Chassignelles 425-550 kg Chazelles 425-650 kg Moha 1 300-1 700 kg		



sous les croûtes chaîcreuses des pierres de Lérrouville et d'Euville, les fragments d'encrines, formés de cristaux de calcite compacts, sont meubles et ressemblent à des amas d'œufs de fourmis.

Les pierres de Savonnières et de Brauvillers doivent leur porosité et leur faible résistance au vide des oolithes, mais celles-ci paraissent bien cimentées entre elles par leur contour extérieur.

**Pierres dont l'emploi peut être recommandé dans les centres urbains et industriels.**

Comme les pierres modérément ou faiblement sensibles aux fumées ne doivent pas être rejetées dans tous les cas, j'ai subdivisé les constructions en deux groupes principaux pour lesquels le même degré de sévérité ne s'impose pas. On doit naturellement se montrer plus sévère pour les monuments que l'on désire léguer à la postérité et pour lesquels une durée pratiquement illimitée est souhaitée (monuments commémoratifs, hôtels de ville, églises, etc.). On peut être plus tolérant pour les bâtiments à destination utilitaire que je considère arbitrairement comme périmes au bout d'un siècle et pour lesquels un bon comportement de cette durée paraît satisfaisant (gares de chemins de fer, bâtiments des grandes administrations, grands magasins, immeubles de rapport, etc.). Des cas intermédiaires peuvent être envisagés.

#### A. — MONUMENTS DE DURÉE NON LIMITÉE.

a) *Pierres pouvant se placer dans toutes les parties de la construction.*

Toutes les pierres froides de bonne qualité;

Roches jaunes de Massangis et de Vaurion;

Pierre de Pouillenay;

Pierre de Chazelles;

Pierre de Chauvigny ( $R_1' > 300$  kg);

Pierre de Morley ferme (non dolomitique), en zone modérément sulfatée;

Pierre de Crazannes ferme, en zone modérément sulfatée.

b) *Pierres dont la position est soumise à certaines restrictions pas en fort relief, ou exposées à la saturation par l'eau;*

Roche de Ravières;

Roche de Chassignolles;

Roches claires et liais de Massangis et de Vaurion;

Pierre de Savonnières, en zone modérément sulfatée;

Pierre de Brauvillers, en zone modérément sulfatée.

#### B. — BATIMENTS A DESTINATION UTILITAIRE, ARBITRAIREMENT LIMITÉS A UN SIÈCLE.

a) *Pierres pouvant se placer dans toutes les parties de la construction.*

Toutes les pierres froides de bonne qualité;

Roches jaunes de Massangis et de Vaurion;

Pierre de Pouillenay;

Pierre de Chazelles;

Pierre de Chauvigny ( $R_1' > 300$  kg);

Pierre de Morley ferme (non dolomitique);

Pierre de Crazannes ferme;

Pierre de Reffroy et de Saint-Joire;

Pierres fermes de Saint-Maximin et de Saint-Vaast;

Pierre d'Euville très ferme (en architecture plane).

b) *Pierres dont la position est soumise à certaines restrictions pas en fort relief, ou exposées à la saturation par l'eau.*

Roche de Ravières;

Roche de Chassignolles;

Roches claires et liais de Massangis et de Vaurion;

Pierre de Savonnières;

Pierre de Brauvillers;

Pierre de Tercé (à l'exclusion du banc gélif de 4 pieds);

Roches demi-fermes de Saint-Maximin et de Saint-Vaast.

L'intensité de la sulfatation, suivant l'importance des villes ou leurs différentes zones, doit évidemment être prise en considération. Il y a lieu de faire ressortir, une fois de plus, l'importance capitale que présente un *emploi correct de la pierre*, facilitant l'écoulement des eaux et évitant leur infiltration et leur stagnation surtout dans les pierres poreuses. Ces principes sont bien connus des architectes expérimentés, mais certains en tiennent insuffisamment compte. Une architecture plane, comportant peu de saillies est favorable à la résistance à l'action des fumées (voir p. 15 : répartition de la sulfatation par les fumées).

#### Réflexions au sujet de la gélivité.

L'étude de la gélivité sort du cadre de cette recherche. Ce n'est pas une raison pour passer sous silence certaines remarques que mon étude m'a suggérées.

Si l'on exclut d'une part l'effritement que le gel produit dans certaines roches tendres, d'autre part l'écaillage superficiel qui peut survenir à la longue dans les pierres réputées non gélives, pour ne considérer que la gélivité proprement dite, entraînant la rupture franche par gros fragments, on ne peut méconnaître que le *coefficient de saturation* d'HIRSCHWALD [8] fournit pour la plupart des calcaires un critère de haute valeur. On sait qu'en théorie une pierre dont le coefficient de saturation est supérieur à 0,90 doit être gélive et qu'en principe il y a un danger plus ou moins grand de gélivité lorsque ce coefficient est compris entre 0,90 et 0,80.

Le cas du banc gélif de Tercé dont le coefficient est voisin de 0,90 est typique. Les roches de Ravières et de Chassignolles dont le coefficient est d'environ 0,85 doivent être employées avec prudence. Il en est de même des pierres d'Anstrude, surtout la variété blanche dont le coefficient est du même ordre, ainsi que de certaines pierres de Méry. Par contre, les pierres du département de la Meuse, généralement réputées ingélives, même en carrière, pouvant s'extraire en hiver, ont des coefficients particulièrement bas.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR). *Pierres calcaires*. N. F. B. 10-001, février et septembre 1945.
- [2] BATA G., FIRKET J., LECLERC E. — *Les Problèmes de pollution atmosphérique*, 1933. *Bibliothèque scientifique belge*, Georges Thone, éditeur. Liège, 461 p.
- [3] BOURCART J. — *Les pierres calcaires*. *Inst. Techn. Bâtiment et Trav. Publics*, Circulaire série D, n° 16. Paris, 8 mars 1946, 26 p.
- [4] — *Sur l'altération (dite maladie des pierres) des façades de tuffeau en Touraine et en Anjou*. *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences de Paris*, t. 223, p. 290-292. Séance du 5 août 1946.
- [5] — *Étude des carrières de la Touraine*. *Inst. Techn. Bâtiment et Trav. Publics*, Circulaire série D, n° 22. Paris, 5 nov. 1947, 7 p.
- [6] CAMERMAN C. — *Études des pierres des monuments bruxellois. Leur altération par les fumées*. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. LIV, p. 133-139.
- [7] FLORENTIN D. — *Altération des pierres dans les grands centres urbains*. *C. R. mensuels des séances du Centre d'Études supérieures de l'Inst. Techn. du Bât. et des Trav. Publics*, Paris, 1934, p. 115.
- [8] HIRSCHWALD J. — *Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung*. Berlin, 1912. Bornträger.
- [9] KAISER E. — *Formation de croûtes sur les calcaires*. *Der Steinbruch*, 1910-5 [18] 254.
- [10] — *Un facteur fondamental dans l'altération des roches et une comparaison entre l'altération chimique de la pierre dans les bâtiments et dans la nature*. *Chemie der Erde*, 1929, 4 (2), p. 290-292 (B. S. A., 1929, p. 1591).
- [11] LAURIE A. P. — *Stone decay and the preservation of buildings*. *Soc. Chem. Ind. J.*, 1925, 44, p. 86-92 T.
- [12] LECLERC E. — *Recherches sur la pollution de l'atmosphère par les foyers domestiques*. *Rev. Univ. des Mines. Liège*, 1935, t. XI, p. 33-40 et 61-68.
- [13] L'HERMITE M. R. et FERET L. — *Essais et recherches sur les pierres de taille*. *Inst. Techn. Bât. et Trav. Publics*, Circulaire série D, n° 6. Paris, 5 nov. 1943.
- [14] MESNAGER A. — *Matériaux de Construction. Pierres*. Paris, Bailière, 1923.
- [15] SCHAEFFER R. J. — *The Weathering of Natural Building Stones*, 1932. London. *Department of Scientific and Industrial Research Special Report*, n° 18, 149 p.
- [16] SCHAEFFER R. J. — *The Weathering of Building Stone. Chemistry and Industry*, 1938, vol. LVII, n° 42, p. 943-947.

DISCUSSION

LE PRÉSIDENT. — Suivant l'usage, je demanderai si quelqu'un a des questions à poser ou des observations à présenter.

M. DURNERIN. — M. CAMERMAN a parlé de la résistance au gel de la « pierre froide ». Si je comprends bien, ce nom vient de l'impression de froid qu'elle donne au contact de la main. Cette impression résulte de la bonne conductibilité thermique, ce qui suppose une pierre non poreuse, donc compacte. Compacte, elle a probabilité de n'être pas gélive; bonne conductrice, elle est peu exposée par la dilatation à des tensions internes dangereuses au grand soleil en été, par un gel survenant brusquement en hiver.

M. CAMERMAN. — Je pense avoir été mal compris : j'ai dit que toutes les pierres froides résistaient bien à l'action des fumées, mais je n'ai pas parlé du gel, à leur sujet. Le nom de « pierres froides » vient, comme le dit M. DURNERIN, de la sensation de froid qu'elles donnent au toucher par suite de leur compacité et de leur grande conductibilité thermique.

C'est parmi les pierres froides que l'on trouve le plus de pierres gélives, tout au moins en Belgique. Les marbres noirs, à l'état frais, sont très sensibles à l'action solaire et à l'échauffement brusque produit lors du sciage, qui les fait éclater. On est obligé de protéger ces marbres du gel et du soleil.

M. DURNERIN. — Vous avez parlé des pierres oolithiques de Savonnières comme comportant des cavités. S'agit-il de cavités dans le ciment entre oolithes ou d'oolithes creuses ?

M. CAMERMAN. — Il s'agit d'oolithes creuses ou vacuolaires, cimentées entre elles par un ciment compact. Les pores dans les oolithes sont de l'ordre des macropores.

Le comportement des calcaires oolithiques peut différer notablement suivant que soit les oolithes, soit la gangue qui les unit sont macroporeuses ou microporeuses. SCHAEFFER, dans une fort belle étude, a montré que la bonne pierre de Portland est caractérisée par des oolithes compactes jointes par une gangue comportant des macropores; la mauvaise pierre de Portland se compose, au contraire, d'oolithes et d'une gangue toutes deux microporeuses.

M. DURNERIN. — Vous avez signalé les inconvénients de la silicatation. Évidemment, elle doit être faite par temps sec, afin d'éviter d'enfermer de l'humidité dans la pierre, ce qui pourrait provoquer des ruptures par gel en hiver. Mais quels inconvénients comporte la silicatation par fluosilicates non alcalins, après une période sèche, en été ? S'agit-il de décollements superficiels si, toutefois, la réaction provoque un gonflement analogue à celui accompagnant la prise des ciments ordinaires ?

M. CAMERMAN. — L'inconvénient de la silicatation, c'est que jamais l'imperméabilisation n'est soit totale, soit indéfiniment durable. Tôt ou tard l'eau s'infiltre dans la pierre par l'une ou l'autre voie; à ce moment, l'imperméabilisation plus ou moins complète de la surface devient un danger. Elle empêche l'extraction de la glace lors du gel et la pierre s'exfolie gravement.



M. DURNERIN. — Vous avez préconisé le lavage des pierres de parement. Il est dangereux si une gelée survient avant dessiccation. L'exemple que vous avez cité du quai Henri-IV, à Paris, me paraît excellent et démonstratif : ce sont les crues de la Seine qui produisent le lavage. Elles résultent généralement d'une fonte de neiges par dégel ou surtout de pluies prolongées amenant à Paris les eaux des affluents de l'Est du bassin supérieur de la Seine avant la fin de l'écoulement de ceux de l'Ouest. Un gel survenant alors serait un fait rare. La pierre a donc chance de s'assécher au soleil sur ce quai qui fait face au sud. Là les circonstances sont donc optimales.

M. CAMERMAN. — Le lavage des monuments ne doit évidemment pas se faire en hiver. En ce qui concerne le quai Henri-IV, il est construit en calcaire grossier ferme, supportant un degré de saturation assez élevé sans être affecté par le gel.

M. DURNERIN. — Le ravalement des pierres de parement à la vapeur me paraît nettement préférable. Il n'élimine pas la couche dure protectrice et peu perméable que constitue le calcaire.

Dans un autre ordre d'idées, la flèche de la cathédrale de Strasbourg présente une corrosion intense émaillant d'abord les arêtes, puis s'accroissant. Le grès des Vosges, qui en constitue la pierre, est formé de cristaux de quartz, avec ciment exclusivement siliceux ; le tout est chimiquement réfractaire et, compact, n'est pas gélif ; l'altitude exclut la montée d'humidité par capillarité. Ne s'agit-il pas soit de dislocations par dilatations et contractions thermiques, par les alternances de soleil et de froid, les dilatations étant inégales et différemment orientées entre cristaux et ciment, — soit de l'érosion éolienne des grès, puisqu'il n'y a guère de poussières de sable comme dans les déserts, mais prolongée pendant des siècles. Je ne vois pas comment expliquer le fait, sinon comme conséquence du défaut d'homogénéité physique des cristaux et du ciment, tous deux siliceux.

L'inattaquabilité des calcaires carbonifères, bleus, de l'Ardenne, me semble confirmer cette explication : le matériau est calcaire, donc chimiquement vulnérable, mais homogène et compact, « pierre froide », et physiquement réfractaire. À Liège, ce calcaire résiste parfaitement dans une atmosphère de fumées industrielles. À Bruxelles de même, et les palais de l'Exposition de 1932 ou 1933 ont utilisé ces pierres.

M. CAMERMAN. — Mes études ont très peu porté sur les grès. Je n'ai pas étudié le cas de la cathédrale de Strasbourg et ne puis émettre un avis autorisé à son sujet.

M. DURNERIN. — Les calcaires semblent, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus altérables qu'ils sont moins compacts ou denses, ce qui correspond dans l'ensemble à une moindre ancienneté géologique : jurassique, crétacé, tertiaire.

Des exemples lamentables sont donnés par maintes constructions faites à Paris lors de l'Exposition de 1900 : gare du quai d'Orsay, Grand Palais avec du calcaire grossier tertiaire — cependant de qualité réputée, mais que les besoins excessifs pour l'Exposition n'avaient peut-être pas permis de laisser suffisamment évaporer leur eau de carrière avant l'emploi.

M. CAMERMAN. — Cette opinion mérite de sérieuses réserves : Certains calcaires très tendres et poreux se défendent fort bien par formation d'un calcaire protecteur. L'exemple le plus frappant est sans doute celui du tuffeau de Maestricht dont la résistance à l'écrasement est de 20 à 40 kg/m<sup>2</sup>, la porosité en poids de 30 à 35 % et en volume de 40 à 45 %. Cependant, de nombreuses églises gothiques du Limbourg et du pays de Liège sont encore en bon état, notamment les ornements délicats, les meneaux, etc.

M. BOULANGER. — On a constaté que les profils de corniches construits en 1900 sont de mauvais profils car ils retiennent l'eau.

M. DURNERIN. — D'ailleurs, une autre question intervient dans le cas du calcaire grossier ; il y reste souvent un peu de gypse, et celui-ci contient généralement de l'anhydrite, le tout microscopique : par hydratation, l'anhydrite, SO<sup>4</sup>CA se transforme en gypse, SO<sup>4</sup>Ca, 2H<sup>2</sup>O avec un accroissement de volume de 28 p. 100, correspondant à la différence des densités : or, un gonflement de 10 % dû à la congélation de l'eau en glace, dans les Alpes, suffit à faire éclater les granités les plus durs. C'est un mécanisme qui désagrège les formations gypseuses à l'humidité, dès que la température est inférieure à 35° environ, température d'équilibre entre gypse et anhydrite.

M. FÈVRE. — Au point de vue de l'emploi des pierres, il y a lieu de tenir compte des différences de climat. On peut constater que celui de la France est généralement moins humide que celui de la Belgique.

Ce point est d'importance car les observations de M. CAMERMAN, notamment dans les cimetières, montrent qu'aux zones de plus grande humidité correspondent généralement, lorsque la pierre le permet, des détériorations plus importantes : au Monument aux Morts de Bartholomé au Père-Lachaise, par exemple, en certains endroits, l'eau suinte de la pierre en permanence ; cette eau provient du terre-plein postérieur.

Ceci confirme la nécessité sur laquelle M. CAMERMAN a attiré l'attention, d'employer pour les socles, saillies et spécialement contre les terrains humides des pierres dures qui n'absorbent que peu ou pas d'humidité. Ces pierres dures acquièrent plus vite que les pierres tendres leur calcaire, ou peau dure naturelle, protectrice de carbonate de chaux. Or ce calcaire est la meilleure défense contre la sulfatation venue de l'extérieur.

Je conclurai donc que la pierre tendre se conserve bien en général en France, à la condition qu'elle ait eu le temps d'acquiescer son calcaire protecteur avant de subir les effets de sulfatation.

Or, pour que ce calcaire se forme, il faut que les mouvements d'humidité à l'intérieur de la pierre ne se produisent que sous forme d'aller et retour (sortie au point d'entrée). Dans ces conditions, il est indispensable que la pierre tendre soit isolée de l'humidité du sol par un socle en pierre dure, et de la pluie verticale par une corniche en pierre au moins demi-dure ; en somme, que le bâtiment ait un bon chapeau et de bonnes chaussures.

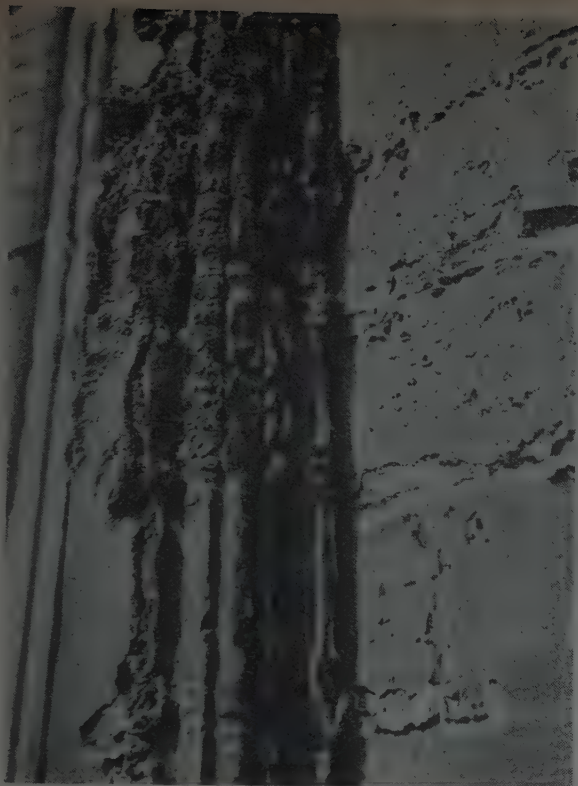
Si ces conditions ne sont pas réunies, la pierre tendre ne se trouvant pas protégée par son calcaire naturel devient sujette à sulfatation, mais en ce cas dans le même bâtiment, la pierre dure dont la masse équivaut déjà à un calcaire d'ensemble, se défend bien contre les phénomènes de sulfatation.

M. CAMERMAN. — Je partage dans une large mesure l'avis de M. FÈVRE. Un emploi correct et rationnel de la pierre peut atténuer dans une large mesure l'action nocive des fumées. Cela est surtout vrai pour certaines pierres très poreuses, telle la pierre de Savonnières. Toute disposition favorisant le lavage par les eaux pluviales est éminemment recommandable. L'architecture moderne, plane, est propice à la conservation des pierres dans les villes.

LE PRÉSIDENT. — Je suis persuadé que tous les constructeurs seront reconnaissants à M. CAMERMAN de son étude si intéressante qui a posé un problème très grave. Nous pouvons dire que bien souvent les constructeurs éviteraient ces inconvénients, s'ils prenaient le soin de bien construire.

Reproduction interdite.





(Photo Mortelmans.)

FIG. 6. — Église de Notre-Dame des Victoires au Sablon, à Bruxelles (gothique).  
Chancres sur une colonnette en calcaire ledien.



(Photo Perret.)

FIG. 7. — Accident de nature chancreuse. Pierre d'Euville.  
Monument funéraire cimetière Montmartre. 1885.



(Photo Heydel.)

FIG. 8. — Altération au Groupe des Gisants en pierre d'Euville.  
Monument aux morts de Bartholomé, cimetière du Père-Lachaise.



(Photo Mortelmans.)

FIG. 9. — Mur de la cité Fontainas, rue César-de-Paepe, à Bruxelles.  
Chancre dans du calcaire grossier, roche douce.



(Photo Perret.)

FIG. 10. — Chancres dans du calcaire grossier,  
233, boulevard Saint-Germain, Paris.





(Photo Mortelmans.)

FIG. 11. — Chancres caverneux dans des pierres de Morley dolomitiques. Église Saint-Josse, à Bruxelles, 1891.



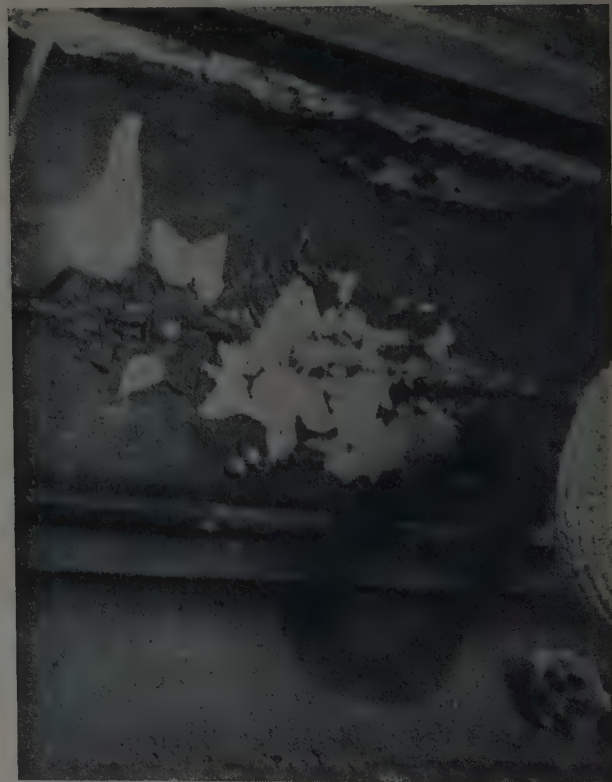
(Photo Heydel.)

FIG. 13. — Colonne du Palais-Royal à Paris. Calcaire grossier lité.



(Photo Mortelmans.)

FIG. 12. — Facade de l'hôtel de ville de Bruxelles en calcaire ledien, 1706. En haut, pierre non protégée, assez altérée. En bas, pierre qui fut protégée par les affiches, bien conservée.



(Photo Heydel.)

FIG. 14. — Chancres dans du grès rouge des Vosges. Cimetière du Père-Lachaise (1823).

# DOCUMENTATION TECHNIQUE

N° 16

Quatrième trimestre 1947.

## SOMMAIRE DU N° 16

	Pages.		Pages.
I. — Index analytique de documentation		II. — Traductions	41
Architecture et Urbanisme	2	III. — Bibliographie	41
Sciences de l'Ingénieur	3	IV. — Brevets	42
Arts de la Construction	7	V. — Normalisation	49
Ouvrages	28		

## COLLABORATEURS DE LA CIRCULAIRE

Rédaction générale	MM. P. GUÉRIN, R. ROZINOER,
Préfabrication et Normalisation	Ch. PASQUET
Résistance des Matériaux, Bâtiment, Travaux publics, Construction métallique	P. GUÉRIN
Architecture et Urbanisme	R. CLOET, J. GREZEL
	R. CHAVARDÈS

L'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents analysés au chapitre I :

— soit en microphoto sur film négatif normal, chaque page formant en principe une image de 18 × 24 mm qui peut être lue en utilisant un agrandisseur photographique courant ou des appareils de lecture spéciaux.

— soit sur agrandissement (photostat) de 13 × 18 cm, ou 18 × 24 cm, ou 21 × 27 cm permettant la lecture directe.

Il est également à la disposition du lecteur pour répondre à toute demande de renseignements.

Pour accélérer les envois de documents, et quelquefois même les rendre possibles, il est instamment recommandé de reproduire, en même temps que les titres des articles demandés, le nom de l'auteur, et surtout le numéro de référence placé en tête de l'article qui permet l'identification sans ambiguïté.

Les prix de fourniture sont actuellement les suivants :

Prix du microfilm négatif : la bande de 5 images (port en sus)..... 62 fr 50

Prix de l'agrandissement (photostat) : la page (port en sus) :

13 × 18 cm	65 fr
18 × 24 cm	79 fr
21 × 27 cm	132 fr

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour toute demande de brevet, adresser directement la commande accompagnée de son montant à l'Imprimerie Nationale (Bureau de Vente) 27, rue de la Convention, Paris (15<sup>e</sup>). Les prix sont actuellement de 15 fr, plus 2 fr de port *par* brevet.

Les traductions (qui ne peuvent être fournies ni en microfilms, ni en photostats) sont adressées dactylographiées. La participation aux frais, variable suivant l'article, sera indiquée sur demande.

L'envoi des documents étrangers marqués (+), de leur reproduction ou de leur traduction, peut demander un certain délai.

NOTA IMPORTANT. — Toute demande de renseignements ou de documentation doit être adressée à l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII<sup>e</sup>, à l'exclusion de toute autre adresse.



# I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant : Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du tome, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches (en fin d'analyse repère de référence).

## ARCHITECTURE ET URBANISME

1-16. L'enquête sur l'habitat urbain et la « cotation » des immeubles insalubres. *Monit. Trav. Publ. Bât.* (20 déc. 1947), n° 51, p. 1-3. — Exposé d'une méthode de Mme SUQUET-BONNAUD relative à la cotation de l'insalubrité des immeubles au moyen de nombres appliqués à diverses caractéristiques. — Application aux villes de Dreux et de Montargis, montrant à Dreux 11 % d'immeubles totalement insalubres et 7 % à Montargis. E. 1839 (◇).

2-16. Une enquête par sondage : Désirs des Français en matière d'habitation urbaine. *Arch. auj.* (mai-juin 1947), n° 11, p. 8-9, 1 fig. — Exposé des résultats d'une enquête par sondage concernant les désirs des Français en matière de logement. E. 1140 (◇).

3-16. Considérations sur l'équipement de l'habitation. PERSITZ (A.); *Arch. auj.* (mai-juin 1947), n° 11, p. 50-127, très nomb. fig. — Détails abondants et précis sur les blocs-eau, centre de sommeil, chambres, children's corner, rangement (armoires, casiers, placards), centre de travail (bureau, bibliothèque). Equipement ménager (lingerie, buanderie; accessoires de matériel domestique) E. 1140 (◇).

4-16. Equipement du ménage. *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 52-59, 33 fig. — Description illustrée des équipements de cuisines, de chauffage, des installations d'hygiène, blocs-eau, électricité, utilisés aux U. S. A. E. 1128 (◇).

5-16. Le confort de la maison (The climate of the home). HANDISYDE (C. C.); *Weather* (mars 1947), p. 82-88, 4 fig. — Cette brochure reproduit en partie un rapport d'une mission en Amérique de membres du Ministère Britannique des Combustibles et de la Station de recherches du bâtiment. Ce rapport a pour objet de rendre compte des conditions de chauffage dans les maisons de petites dimensions en Amérique ainsi que des moyens employés pour résoudre le problème de l'éclairage et de la ventilation. E. 1403 (◇).

6-16. Normes d'efficience des habitations (Standards of efficiency for houses). HAMILTON (S. B.); *Roy. San. Inst. J.* (janv. 1947), p. 36-45. — Résistance et stabilité, pénétration de l'humidité et condensation, isolement thermique et sonore, protection contre l'incendie, entretien et agrément, présence de vermine. E. 107, P. 58/92 (+).

7-16. Les normes du confort en matière de chauffage et ventilation (Standards of comfort). HOTTINGER (M.); *Schweiz. Bauztg.* (22 fév. 1947), p. 99-102 (1<sup>er</sup> mars 1947), p. 107-112. — Discussion de l'évaluation des conditions de confort dans les bâtiments. E. 746, P. 63/41 (+).

8-16. Le centre commerçant à Bristol. Le problème et la solution (Bristol shopping centre. The problem and the solution); *Archit. Build. News* (11 avril 1947), p. 27-28, fig. E. 838, P. 64/24 (+).

9-16. Contribution à l'étude de la ville zonée. VOZENILEK (J.); *Architektura* (1947), vol. 6, n° 8, p. 229-242, 25 fig. — Exposé des conditions qui déterminent l'abandon des tracés traditionnels urbains. Choix d'exemples empruntés à l'œuvre de l'urbaniste N. A. MILJUTIN, tendant à démontrer l'orientation que prend nécessairement l'urbanisme sous l'influence des forces économiques et du développement culturel et social des populations. E. 1518 (◇).

10-16. Architecture régionale. *Tech. et Arch.* (1947), n° 1-2, p. 2-64, 186 fig. — Ce numéro spécial étudie les facteurs de l'évolution de l'habitation rurale (fonctions, structures, formes), donne des exemples (Vercors, hameau de l'Achard, les Michalets) et

examine les méthodes d'enquête (méthodes de recherches et d'analyses, établissement des documents graphiques, utilisation des documents d'archives). E. 1103 (◇).

11-16. Urbanisme. BARRET (M. M.); *Tech. et Arch.* (1947), n° 3-4, p. 95-186, très nomb. fig. — Ce numéro spécial consacré à l'urbanisme présente de nombreux documents sélectionnés, commentés par M. M. Barret qui étudie successivement les problèmes, les théories, puis expose les solutions à l'étranger et en France avec de nombreux exemples illustrés. Ce numéro contient également une analyse de l'exposition internationale de l'urbanisme et de l'habitation. E. 1241 (◇).

12-16. L'urbanisme aux U. S. A. KOPP (A.); *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 7-19; 29 fig. — Sous une ordonnance factice (plan en damier), se cache l'anarchie la plus complète. La construction spéculative des premiers occupants a imposé des villes inhumaines dont les fonctions sont mélangées de façon inextricable. Contre cette situation on essaie de réagir par le « zoning » et le « planning ». E. 1128 (◇).

13-16. Urbanisme. *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 106-113, 19 fig. — Aux U. S. A. les projets d'urbanisme sont confiés à des commissions qui ont à résoudre des problèmes soit de caractère théorique, soit de caractère urgent pour remédier à une situation intolérable. A titre d'exemple l'auteur donne un projet d'aménagement de la ville de Pittsburg, celui d'un quartier insalubre de Chicago et des réflexions sur une théorie organique de l'urbanisme par H. Herrey avec application à l'île de Manhattan à New-York. E. 1128 (◇).

14-16. Regards sur les U. S. A. MONDINEU (P.); *Circ. Inst. Tech. B. T. P.* (5 juin 1947), série A, n° 22, 18 p., 54 fig. — Compte rendu d'un voyage aux U. S. A., exposant le mode de vie de l'Américain, la conception de son habitation, de son lieu de travail, de ses édifices culturels, sociaux et récréatifs, de l'organisation routière, ferroviaire et aérienne et termine par l'exposé de la formation et du mode de travail de l'architecte américain. E. 1084 (◇).

15-16. Le problème du logement aux Etats-Unis. SCHIMMERLING (A.); *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 80-81, 3 fig. — La crise du logement aux Etats-Unis se traduit par le besoin en 1947 de 3 195 000 logements, qui pose un problème de quantité et aussi de qualité. Les programmes administratifs et financiers élaborés par le gouvernement n'ont pas obtenu les résultats attendus, du fait de l'abolition du contrôle des prix et de la hausse consécutive des matériaux. E. 1128 (◇).

16-16. La reconstruction de Coventry. GIBSON (F.); *Arch. auj.* (mai-juin 1947), n° 11, p. 8-9, 1 fig. — Étude détaillée du problème posé par l'urbanisation de Coventry (routes, chemin de fer, transports aériens, industrie et habitat) et exposé des principes appliqués et des méthodes employées. E. 1140 (◇).

17-16. Oakridge. BENOIT-LEVY (G.); *Const. mod.* (oct. 1947), n° 30, p. 973-975, 11 fig. — Description des réalisations d'Oakridge, ville de 75 000 habitants, créée de toutes pièces dans la vallée du Tennessee pour loger le personnel d'usines atomiques. E. 1497 (◇).

18-16. L'habitation aux U. S. A. *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 20-39, 68 fig. — Étude des maisons à bon marché réalisées aux U. S. A. : standards d'avant-guerre, maisons isolées, maisons accolées, immeubles à appartements. Habitation pendant la guerre : constructions transitoires, constructions provisoires, maisons remorques, hôtels provisoires, constructions définitives. Projets pour l'après-guerre. E. 1128 (◇).

19-16. Urbanisme et habitation. VICTOR (M.); *Rev. Alum.* (sept. 1947), n° 136, p. 275-286, 25 fig. — Dans le cadre de l'Exposition de l'Urbanisme et de l'Habitation, l'auteur étudie le rende-

(◇) Analyses ou traductions effectuées par l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

(\*) — — — par les Services du Centre national de la Recherche Scientifique.

(○) — — — par la S. N. C. F.

(◊) — — — par l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène et de l'Institut de Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle, Paris-XVIII<sup>e</sup>.

(+) — — — par les services chargés de l'établissement du Library Bulletin du Ministry of works (Angleterre).

ment des divers matériaux et procédés de construction, les diverses dispositions du logement et le résultat des enquêtes sur ce sujet, l'utilisation des moyens par l'architecture, les procédés de construction visibles à l'Exposition. E. 1461 (◇).

20-16. **Usines. Contribution à l'étude des constructions industrielles.** VITALE (F.); *Arch. franç.* (fév.-mars 1947), n° 67-68, p. 5-93, nomb. fig. — L'auteur montre l'évolution de l'usine qui est à faire pour l'homme au travail, l'étude des programmes, les moyens, le rôle du maître de l'œuvre et enfin la mission et les conditions de l'architecture industrielle. Cet article est suivi dans ce numéro spécial de *Réflexions sur la décentralisation industrielle*, par EYRAUD (C.) et de monographies des usines suivantes : *Usine de mécanique générale à Asnières*, ABRAHAM (P.); *Usine de fabrication à la chaîne de petit matériel électrique*, ABRAHAM, BRUN et DUPECHER; *Usine de ressemelages à Mans*, LOUARD (R.); *Usine d'automobiles Ford à Poissy*, PHILLIPOT (J.); *Laboratoire d'électro-thermie à Chedde*, LE MEME (H. J.); *Services sociaux d'une manufacture de lapis et couvertures à Beauvais*, NOEL (G.); *Usine Ericsson en Suède*, WENNERHOLM (T.); *Usines américaines*, NOVIAT (L. G.); *Un chantier de constructions navales*, ALONZO, HARRIMAN; *Usines Chrysler à Detroit*; *Usine Chevrolet à New-York*; *Usine d'aviation Glenn Martin à Baltimore*, etc. E. 1229 (◇).

21-16. **Le dessin d'architecture et les planches de détails** (Architectural drawing and detailing). DALZELL (J. R.), MC KINNEY (J.); *Amer. Techn. Soc.* (1946) [Chicago], 212 p. — La lettre, les symboles, les plans, élévations et calques, les détails de la charpente, les dessins de paysages. E. 838, P. 64-42 (+).

22-16. **Recherches relatives aux emplacements** (Site investigations); *British Stand. Code of Practice* (1947). Code 501, 31 p., 18 fig. — Cette brochure, publiée par l'Institut britannique des Standards, a pour objet de donner des indications générales relatives à la recherche des emplacements pouvant convenir à une construction : étude des lieux, des bâtiments avoisinants, etc. La brochure débute par des indications relatives aux sols, roches, etc., classification des sols, considérations d'ordre général, puis poursuit l'étude relative aux recherches proprement dites (types d'emplacement, travaux existants, exploration de l'emplacement, règles à observer et méthodes à employer). Des appendices résument les renseignements à recueillir, les renseignements pouvant être utilisés par ailleurs; rappel de définitions relatives aux sols et aux roches (sols calcaires, organiques, roches cristallines). Méthodes d'exploration des sols, examens géophysiques, méthodes électriques. E. 1421 (◇).

23-16. **Architecture et Sécurité sociale.** MERLET (J.); *Circ. Inst. Tech. B. T. P.* (15 sept. 1947), série A, n° 25, 15 p., 10 fig. — Exposé succinct des différents textes qui régissent la Sécurité Sociale, illustré d'exemples de réalisations françaises en matière de centres médico-scolaires, services médico-sociaux d'entreprises et maisons médicales. E. 1511 (◇).

## SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

24-16. **Aide-mémoire de poche de Penmaenmawr** (Penmaenmawr Pocketbook); *Conc. and Constr. Engng* (nov. 1947), vol. 42, n° 11, p. 338 (London : Montague Skitt and Co, 1947). — Aide-mémoire à l'usage des ingénieurs en ce qui concerne les constructions de routes : les matériaux (béton et sa vibration); les ponts routiers; les normes britanniques relatives aux travaux publics; renseignements divers. Ouvrage comportant plus de 500 pages et de nombreuses figures. E. 1667 (◇).

25-16. **Dictionnaire des termes récents, symboles et abréviations de l'Architecture et du Génie Civil.** BODSON (F.). Edit. Editec, 137, boulevard Anspach, Bruxelles, 240 p. (14 × 19). — Ouvrage donnant l'explication et la signification des symboles, abréviations, unités de mesures, néologismes, ainsi que les termes nouveaux, savants ou non, du domaine de l'architecture. Ce recueil doit paraître prochainement sous forme de dictionnaire encyclopédique; les principales subdivisions de la table idéologique seront les suivantes : unités et grandeurs; biographie; sciences; architecture et construction; matériaux pierreux; matériaux ligneux; métaux; verrerie; fiant; bétons; hydrocarbure; matériel; chaleur; eau; air; acoustique; lumière; électricité; matières plastiques; textiles; peintures. Le premier volume contiendra environ 700 termes (◇).

26-16. **Manuel de l'Ingénieur.** Tome I. (27<sup>e</sup> édition); HÜTTE *Génie Civ.* (1<sup>er</sup> déc. 1947), t. 124, n° 23, p. 464, 1 vol. (12 × 19 cm), relié 1 544 p., nomb. fig. — Librairie Béranger,

édit. Paris et Liège. — Base théorique de l'art de l'ingénieur. Les sections : Physique, Mécanique et Métrologie sont nouvelles. E. 1735 (◇).

## Résistance des matériaux.

27-16. **Leçons sur la résistance des matériaux.** DREYFUS (E.). Edit. Eyrolles, 57, boulevard Saint-Germain, Paris V<sup>e</sup>, 1 vol. 566 p. — Ce traité expose la résistance des matériaux par des méthodes relativement élémentaires, laissant à des compléments l'application de connaissances mathématiques plus élevées. Après des généralités sur la mécanique, sur les unités de mesure, les essais et propriétés des matériaux, on trouve dans cet ouvrage l'exposé des résistances élémentaires, la théorie des moments d'inertie, de la torsion simple, de la flexion composée, des diverses résistances composées, du flambement. La stabilité des constructions comporte l'étude de la statique graphique, de l'encastrement, des poutres droites continues à section constante, des lignes d'influence, des pièces courbes (arcs et voûtes), de la poussée des terres, des systèmes à treillis. L'ouvrage se termine par un exposé très clair des théories modernes de la résistance des matériaux et de leurs applications. E. 1822 (◇).

28-16. **Le calcul et l'expérience en résistance des matériaux.** LAURENT (P.); *Génie Civil* (1<sup>er</sup> oct. 1947), t. 124, n° 19, p. 370-373, 3 fig. — Étude du domaine d'application de la théorie de l'élasticité et de la résistance des matériaux. Déformation plastique. États de tensions homogènes : Equations de Ros et EICHINGER, de VON MISÉS. Corps fragiles : condition de MOHR-CAPOT. Concentrations d'effort. État de tensions hétérogènes. Coefficient de sécurité. E. 1390 (◇).

29-16. **Nouvelles connaissances dans le domaine de la résistance des matériaux** (Neue Erkenntnisse der Festigkeitsforschung). SIEBEL (E.), PFENDER (M.) [Berlin]; *Die Technik* (mars 1947), t. 2, n° 3, p. 117-120, 9 fig. — Étude sur la résistance des matériaux dans diverses conditions de sollicitation. État actuel du calcul de la résistance des matériaux. E. 1500 (◇).

## État géométrique et mécanique des corps.

30-16. **Procédés géométriques de détermination des contraintes dans les enveloppes minces.** *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 117. — Résumé d'une thèse de M. LARONCHE proposant quelques procédés géométriques pour déterminer les contraintes dans les enveloppes minces et leur application au béton armé pour des surfaces cylindriques, des surfaces développables et des conoïdes. E. 1256 (◇).

31-16. **Calcul des tuyauteries à vapeur à haute pression et à haute température.** PASSELECO (D.), HEINE (C.); *Science et Techn.* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 13-16, 2 fig. — Les auteurs se proposent de traiter mathématiquement le calcul des contraintes des tuyauteries dans l'espace et généralisent cette méthode au système spatial d'une tuyauterie à trois branches. E. 1768 (◇).

32-16. **Contribution à l'étude des tracés de tuyauteries à vapeur.** CARLIER (H.); *Chal. et Industr.* (nov. 1947), n° 268, p. 276-278, 2 fig. — L'auteur étudie la contrainte qui se produit dans une tuyauterie lors de la fermeture lorsque les deux brides à raccorder ne sont pas parallèles. E. 1741 (◇).

33-16. **Calcul des efforts de cisaillement et de torsion dans les poutres et arbres de section uniforme donnée** (Analytical determination of shear and torsion stresses in beams and shafts of any given uniform section). INGLIS (Ch.); *J. Inst. Civ. Engrs* (nov. 1947), n° 1, p. 19-63, 51 fig. — Le but de l'article est de donner la solution de ce problème quelle que soit la forme de la section : étude divisée en trois parties; efforts de cisaillement dans une poutre en T ou en I, efforts de torsion dans un arbre de section circulaire ou carrée, dans un tube carré, rond, et concentration des efforts de cisaillement dans une entaille rectangulaire et une rainure semi-circulaire ou elliptique. E. 1718 (◇).

34-16. **Rapport technique sur la destruction de hangars de la marine due à un vent sans précédent.** *J. of Franklin Inst. U. S. A.* (juil. 1946), vol. 242, p. 62. — Ce rapport tire des indications de l'effondrement de trois hangars à dirigeables survenu au cours d'un ouragan qui a soufflé sur la Floride avec une pression de vent supérieure à 2 fois 1/2 celle pour laquelle les bâtiments avaient été calculés (indications concernant la vitesse du vent : 282 km/h, l'instant de la chute, l'incendie qui en est résulté). E. 1734. — Traduction I. T. 131 (◇).



35-16. **Hypothèses sur les contraintes** (Anstrengungshypothesen). KOLLBRUNNER (C. F.), MEISTER (M.); *Mitteilungen über forschung und konstruktion im Stahlbau* (sept. 1944), cahier n° 1, 57 p., 27 fig. (en allemand). — Résumé des hypothèses admises en résistance des matériaux pour la rupture sous l'effet des contraintes. Formules et développements mathématiques les concernant. Généralisation par ROS et EICHINGER de l'hypothèse de MOHR sur la relation entre le glissement ou la rupture et les contraintes sur les taux de rupture. Modification par SCHEICHER de l'hypothèse de HUBER et MISES HENCKY, sur les travaux de déformation. Travaux de SANDEL. Hypothèse à retenir suivant la nature du matériau et le mode de rupture. Tableau comparatif des formules correspondant aux diverses hypothèses. E. 1775 (◇).

36-16. **Etude de la répartition des efforts dans les portiques métalliques articulés** (An investigation of the stress distribution in steel portal frame knees). Discussion d'une note de HENDRY (Dr A. W.); *Struct. Engr.* (déc. 1947), n° 12, p. 556-560. — Etude de photo-élasticité d'où il résulte que la technique actuelle est correcte dans son ensemble. L'auteur précise la nature de l'effort dans les coins plus ou moins arrondis. Les soudures se sont toujours comportées comme les autres parties du cadre. Enfin l'auteur espère étendre ces mêmes procédés d'expérimentation au béton. E. 1790 (◇).

37-16. **Travées métalliques fléchies en régime élasto-plastique** (Travi metalliche inflesse in regime elasto-plastico). VOLTERRA (E.); *G. Genio civile* (9 oct. 1946), 38 p., 23 fig. — Compte rendu de recherches effectuées sur des travées métalliques fléchies en régime élasto-plastique. L'auteur expose d'abord les résultats obtenus pour des travées statiques; modules de résistance élastique et plastique, coefficient de plasticité des sections fléchies; hypothèse de plastification de PRAGER; lignes élastiques, plastiques et de déformation totale; effet des phénomènes d'écroutissage; généralisation des méthodes graphico-analytiques pour le calcul des flèches. Il traite ensuite des travées continues sur appuis de niveau: dispositif d'essai utilisé; calcul des moments fléchissants dans les travées hyperstatiques; hypothèses de BLEICH sur l'égalité des forces. Bibliographie. E. 1722 (◇).

#### **Théories et procédés de calcul et de représentation.**

38-16. **La méthode de Hardy Cross et ses simplifications**. ZAYTZEFF (S.); *Techn. Mod. Constr.* (juin 1947), t. 2, n° 3, p. 93-95, 6 fig. — L'auteur applique la méthode à un cas concret de portique symétrique à deux béquilles encastrees. E. 1181 (◇).

39-16. **La méthode de Hardy Cross et ses simplifications** (fin). ZAYTZEFF (S.); *Techn. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 110-116, 5 fig. — L'auteur termine son article par l'application directe de la méthode de Cross et par l'exposé d'une méthode de simplifications due à M. KAMMÜLLER. Il en donne un exemple numérique. E. 1256 (◇).

40-16. **La déformation des poutres par les moments secondaires et tertiaires** (Beam deflections by second and third moments). HSU SHIH CHANG; *Amer. Soc. Civ. Engrs Proc.* (mars 1947), p. 291-310. — Le calcul de la déformation des poutres par une méthode plus directe que celle de la double intégration et celle de l'aire des moments. E. 838, P. 64/6 (+).

41-16. **Calcul de la déformation des poutres par la méthode des moments secondaires et tertiaires** (Beam deflections by second and third moments). *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1157-1162, 3 fig. — Discussion par A. FLORIS, B. B. MOORMAN et F. J. MC CORMICK de l'article de Hsu Shih-Chang paru dans le numéro de mars 1947. Signification physique du moment secondaire. La méthode proposée n'apporterait une simplification que dans certains cas particuliers (d'après MOORMAN). E. 1391 (◇).

42-16. **La détermination de la ligne élastique des poutres et le calcul des flèches**. DERAMPE (P.); *Mon. Trav. Publ. Bât.* (15 nov. 1947), n° 46, p. 8-9, 4 fig. — L'auteur établit l'équation de la ligne élastique et donne la valeur des flèches dans les cas de charges triangulaires sur des poutres encastrees à une extrémité et appuyées à l'autre ou encastrees aux deux extrémités. E. 1673 (◇).

43-16. **La détermination de la ligne élastique des poutres et le calcul des flèches** (suite). DERAMPE (P.); *Mon. Trav. Publ. Bât.* (6 déc. 1947), n° 49, p. 3-5, 4 fig. — L'auteur étudie des systèmes de poutres orthogonales solidarisées en leur point de rencontre (système de deux consoles orthogonales solidarisées par leur extrémité libre; système de deux poutres droites sur appuis simples orthogonales entre elles, se croisant en leur milieu et solidarisées en ce point) et supportant une charge ponctuelle

ou une charge uniformément répartie. Il détermine les charges et réactions à prendre en compte pour permettre de calculer séparément chacune des poutres comme si elles étaient indépendantes tout en obtenant la même flèche en leur point de croisement. E. 1774 (◇).

44-16. **Moments fléchissants dans les pièces à section variable en I** (Bending moments in members of varying section I). MULLER (L. S.); *Concr. Constr. Engng* (janv. 1947), p. 3-10. — Établissement d'une série de coefficients correctifs dont la simple application aux moments fléchissants (calculés en supposant le moment uniforme constant) permet de tenir compte de la variation de la section d'une poutre ou d'un pilier. E. 107, P. 58/27 (+).

45-16. **Sur le calcul des poutres fléchies en régime plastique** (Sul calcolo delle travi in flesse in regime plastico). BELLUZZI (O.); *Ingeg. Ferrov.* (juil.-août 1947), p. 327-332, 6 fig. — Procédé simple pour le calcul pratique des déformations et des réactions surabondantes dans les poutres fléchies lorsque la limite élastique est dépassée dans une partie de la poutre (◇).

46-16. **Moments de flexion dans les poutres de hauteur variable**. MULLER; *Concrete* (fév. 1947), n° 42. — Méthode des foyers et coefficients de correction correspondants. Différents cas de charge. Répartition des moments. Poutres en T et en L. E. 1782 (◇).

47-16. **Calcul simplifié des déformations des poutres**. CYTRYN; *Concrete* (fév. 1947), n° 42. — Applications du théorème de MOHR au calcul direct des déformations des poutres. Difficultés. Abaques. Applications. E. 1782 (◇).

48-16. **Contribution au problème linéaire de flexion d'une plaque élastique** (à suivre). BOLLE (L.); *Bull. Tech. Suisse Rom.* (oct. 1947), n° 21, p. 282-286, 4 fig. — Début de l'étude de la plaque élastique, basée sur l'hypothèse que les points, primitivement sur une droite normale au feuillet moyen, restent sur cette droite qui peut s'incliner par rapport à la surface élastique. E. 1428 (◇).

49-16. **Contribution au problème linéaire de flexion d'une plaque élastique** (fin). BOLLE (L.); *Bull. Techn. Suisse Rom.* (25 oct. 1947), n° 22, p. 293-298, 7 fig. — Dans cette dernière partie, l'auteur analyse les résultats obtenus, donne les équations et formules en coordonnées polaires et des applications à la plaque circulaire pleine et à la plaque carrée, puis applique la méthode à la résolution du problème de la torsion. E. 1471 (◇).

50-16. **Largeur d'aile efficace d'une plaque raidie en flexion longitudinale**. MURRAY BOYD (G.); *Engineering* (27 déc. 1946), 6 p., 6 fig. — Essai de détermination de la largeur efficace des ailes larges raidies par des nervures régulièrement espacées. La largeur efficace doit, lorsqu'on l'emploie dans les formules simples des poutres, donner une valeur correcte de la contrainte sur le raidisseur. Le traducteur commente ensuite les résultats obtenus et les compare à ceux fournis par une autre méthode. E. 1477. Traduction S. T. C. A. N. 1420/T. (◇).

51-16. **Largeur efficace de l'âme dans les tôles nervurées soumises à une flexion longitudinale** (Effective flange width of stiffened plating with longitudinal bending). BOYD (G. M.) *Engineering* (27 déc. 1946), p. 103-104, fig. — E. 106, P. 57/32 (+).

52-16. **Etude analytique des charpentes continues à partir de la réaction élastique des supports** (Continuous frame analysis by elastic support action); *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1139-1156. — Discussion par L. J. MENSCH, F. S. MERRITT, I. OESTERBLOM, T. C. KAVANAGH, A. FLORIS et TAO KING; de l'article de J. C. RATZBUN et C. W. CUNNINGHAM paru dans le numéro d'avril 1947. — Méthode de SAINT-VENANT. Expression de la rigidité. Exemple de détermination de la distribution des moments. Solution d'un exemple cité par l'auteur, en utilisant la méthode de Hardy Cross des approximations convergentes. E. 1391 (◇).

53-16. **Méthode géométrique pour l'utilisation des lignes d'influence dans les structures continues** (Influence lines for continuous structures by geometrical computation). PETERSON (D. F. Jr); *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1009-1025, 11 fig. — Équations fondamentales de l'équilibre élastique. Détermination analytique et graphique de la courbe d'équilibre élastique. Cas des poutres prismatiques. Exemples d'application de la méthode graphique. E. 1391 (◇).

54-16. **Calcul et essais types de voûtes à tympan plein** (Analysis and model-tests of solid-sprandel arches). MEYERHOF (G. G.); *Concr. Const. Engng* (avril-juin 1947), 27 p., 6 fig. — Cette brochure se propose d'établir les équations reliant l'effort de poussée,



les moments de flexion et les efforts de cisaillement produits par des charges concentrées et uniformément réparties sur des extrados horizontaux de voûtes ainsi que par des variations de température et par le mouvement horizontal des supports. L'analyse d'un arc à extrados droit et extrados courbe n'avait jamais été faite jusqu'à présent que pour une construction arc-boutée et des arcs à trois articulations. La brochure passe en revue des voûtes à deux articulations, des voûtes encastrees; l'analyse se poursuit par l'étude des essais pratiques dont les résultats sont consignés sous forme de courbes, et en conclusion quelques indications d'ordre pratique sont données concernant l'établissement de projets de voûtes à tympan plein. E. 1401 (◇).

55-16. **Méthode rigoureuse pour le calcul des arcs paraboliques symétriques** (An exact method of analysing symmetrical parabolic arches). MORGAN (V. A.); *Concr. and Const. Engng* (oct. 1947), vol. 42, n° 10, p. 297-304, 8 fig. — Les intégrales générales fondamentales, leur intégration dans quelques cas particuliers. Cas d'un arc d'épaisseur uniforme. Cas d'une charge uniformément répartie. E. 1453 (◇).

56-16. **Une méthode exacte pour le calcul des voûtes paraboliques symétriques** (An exact method of analysing symmetrical parabolic arches). MORGAN (V. A.); *Concr. and Const. Engng* (nov. 1947), vol. 42, n° 11, p. 339-344, 4 fig. — Cette note fait suite à une étude antérieure parue en octobre. Dans la note actuelle, l'auteur étudie le calcul des poussées et des moments fléchissants dus au mouvement des supports d'une voûte parabolique et détermine par le calcul l'effet tendant à produire une contraction; la note passe ensuite en revue l'effet dû à la température et détermine les facteurs de raideur dans le cas où un moment fléchissant est appliqué à l'un des supports, l'autre étant arc-bouté. E. 1667 (◇).

57-16. **Calcul des ponts larges à poutres multiples solidarisées par des entretoises. Application aux planchers.** GUYON (Y.); *Ann. Ponts Chauss.* (9 oct. 1946), 60 p., 37 fig. — Cette étude concerne dans les ponts larges et les planchers, où les déformations des entretoises doivent être prises en compte, l'effet de charges disposées d'une façon quelconque lorsque : a) les poutres longitudinales sont égales et constituent une travée indépendante; b) les poutres et les entretoises forment un quadrillage suffisamment serré pour l'assimiler à un système continu; c) les entretoises et les poutres n'ont pas de résistance à la torsion. E. 1082 (◇).

58-16. **Calcul des planchers-champignons comme des charpentes continues** (Flat slabs designed as continuous frames). *Concr. and Const. Engng* (oct. 1947), vol. 42, n° 10, p. 318-321, 1 fig. — Règles empiriques. Moment fléchissant maximum. Moments fléchissants négatifs. Épaisseur minimum. Ouvertures pratiquées dans les dalles. E. 1453 (◇).

59-16. **Applications de la théorie du flambement des barres à parois minces à quelques types particuliers de sections droites.** MASSONNET (Ch.); *Ossature métall.* (déc. 1947), n° 12, p. 524-531, 7 fig. — L'auteur applique l'étude du professeur TIMOSHENKO exposée dans l'*Ossature métallique* de juillet, août et septembre 1947 à quelques profils particuliers : cornières à ailes égales chargées centriquement ou au milieu d'une aile; barres en T à branches égales chargées au centre de glissement, comprimées uniformément, chargées au milieu de l'aile saillante; barres en U d'épaisseur constante chargées centriquement. E. 1801 (◇).

60-16. **La stabilité au flambement.** BRUNNER (J.); *Schweiz. Bauztg.* (20 mai 1944), t. 123, n° 21, p. 247-249, 4 fig. — Dans ce mémoire qui précède un ouvrage plus important préparé par l'Office Fédéral des Essais, l'auteur indique comment se pose le problème du flambement centré ou excentré et résume l'histoire de la question en signalant les recherches d'EULER, RANKINE, TETMAJER, GRASHOF, etc. E. 1708. — Traduction I. T. 126 (◇).

## Propriétés mécaniques.

61-16. **Cours de mécanique.** FAVRE (H.); 1<sup>er</sup> vol. *Statique* (16,6 × 25 cm), 384 p., 260 fig. DUNOD à Paris et LEEMANN, à Zurich, éd. — Cet ouvrage est la reproduction des leçons professées par l'auteur à l'École Polytechnique fédérale de Zurich. Il comprendra trois tomes. Le premier expose les lois et principes fondamentaux de la mécanique, la statique des corps solides rigides, la statique des solides élastiques, les forces intérieures d'un corps solide, les tensions et déformations. Les derniers chapitres ont trait à la théorie de la flexion, à la torsion d'une barre, à la théorie de l'élasticité, enfin à l'hydrostatique. Des applications et des exercices pratiques complètent chaque chapitre. E. 1528 (◇).

62-16. **Limite apparente d'élasticité de l'acier ordinaire au carbone** (The apparent yield strength of plain carbon steel). POPE (J. A.); *Engineering* (19 sept. 1947), p. 284-288, 12 fig. — L'article analyse les essais poursuivis par J. L. M. MORRISON dans le but de rechercher les lois relatives à la limite élastique des métaux, à la suite d'interprétations souvent différentes données aux résultats d'essais poursuivis antérieurement. L'article expose la méthode employée qui est basée sur la structure des métaux et qui peut se diviser en deux groupes. Le métal choisi en vue des essais appartient au groupe dans lequel on passe brusquement de l'état élastique à l'état plastique. Au cours des essais on a observé séparément l'influence de chaque genre d'effort entrant en jeu et les conclusions sont données pour chacun de ces cas. On ne peut, en effet, établir un critérium applicable à tous les métaux, dans toutes les conditions, et valables pour toutes les combinaisons d'efforts, de formes et de dimensions. E. 1733 (◇).

63-16. **Influence de la répartition des efforts sur les limites d'élasticité** (Effect of stress distribution on yield points). PETERSON (F. G. E.); *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs* (avril 1946), n° 4, p. 445-459, 15 fig., 20 réf. bibl. — Résultats d'expériences relatives à l'augmentation apparente de la limite d'élasticité de l'acier sous des contraintes non uniformes. E. 1297.

## Essais et mesures.

64-16. **Appareillages transportables pour l'étude des très petits déplacements angulaires d'ouvrages d'art, bâtis de machines, etc.** FLEURY (P.) et PERRIN (E.); *Tech. Mod.* (1<sup>er</sup>-15 juin 1947), p. 185-189, 10 fig. — Description, mode de réglage et utilisation d'un dispositif enregistreur à miroirs concaves et d'un appareil d'observation à miroir plan et lunette autocollimatrice permettant d'étudier en plein jour, à des distances de l'ordre du décimètre, les déformations rapides ou progressives d'un ouvrage d'art avec une sensibilité de l'ordre de quelques secondes d'arc. E. 1465, p. 254 (O).

65-16. **Poste d'écoute système Coyne. Dispositif d'étalement rapide de la « Résistance Ligne ».** WULFART (L.); *Bull. Com. Franç. Grds Barr.* (avril 1947), n° 13, p. 42-43, 2 fig. — Description d'un dispositif permettant la mesure rapide des températures d'un ensemble de témoins sonores, sans calcul de la résistance des lignes volantes. E. 1389 (◇).

66-16. **Appareil pour calculer les contraintes principales** (Computer for principal stresses). MANLEY (R. G.); *Engineering* (10 oct. 1947), vol. 164, n° 4263, p. 340-341, 4 fig. — Description et justification d'une règle à calcul étudiée par le Service des Recherches de VICKERS-ARMSTRONG permettant de déterminer sans calculs les contraintes principales dans un plan à partir de tensions apparentes ou réelles, mesurées dans ce plan par les extensomètres (◇).

67-16. **Mesure expérimentale des efforts** (Strain gauge testing). *Railw. Mech. Engr.* (mai 1947), p. 256-258, 3 fig. — Description des appareils de mesures utilisés par le chemin de fer Santa Fe pour la détermination des efforts dans les ponts, les rails et les pièces de machines. Calibre à fil, où la variation d'effort traduite par une variation de longueur provoque une variation des constantes électriques du calibre. Calibre magnétique, où la variation de longueur produite par la variation de l'effort modifie l'entrefer d'un système magnétique et par suite le courant de la bobine de ce système. Pont de Wheastone et oscillographes sont utilisés pour déceler les modifications électriques des calibres et par suite les variations d'efforts. E. 1465, p. 255 (O).

68-16. **Résistances comparées des éprouvettes en béton de forme cubique et de forme cylindrique** (The comparative strengths of concrete tests cubes and cylinders). *Concr. and Const. Engng* (sept. 1947), vol. 42, n° 9, p. 269. — Résultats d'essais réalisés au Laboratoire Central espagnol pour l'essai des matériaux de construction. E. 1261 (◇).

69-16. **La photoélasticité.** PIRARD (A.), préface de MARNEFFE (A. de). Édit. Dunod, Paris (1947), vol. 20, 422 p. (16 × 25), 317 fig. — L'auteur arrive à la théorie et à la pratique de la photoélasticité par un exposé préalable de la théorie de l'élasticité qui en facilite les applications (◇).

## Mécanique des fluides.

70-16. **Coefficient de friction dans un tunnel de grandes dimensions** (Friction coefficients in a large tunnel). *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1122-1138, 2 fig. — Discussion par W. R. BARROWS, H. ROUSE, K. R. KEN-



NISON, E. J. K. CHAPMAN, J. HINDS, W. P. GREAGER et S. H. HAYBROOK de l'article de G. H. HICKOX, A. J. PETERKA et R. A. ELDER paru dans le numéro d'avril 1947. — Précédente discussion parue dans le numéro de juin 1947. Discussion des coefficients. Comparaison des caractéristiques du tunnel Apalachia avec les résultats expérimentaux antérieurs. Renseignements relatifs à l'aqueduc de Quabbin. Discussion de la formule de REYNOLDS. E. 1391 (◇).

71-16. Remarques sur les calculs de remous de barrages. CORTEL (A.); *Travaux, Fr.* (sept. 1946), n° 30, p. 347-357, fig. — Étude du problème du remous d'exhaussement dû à une digue barrant une vallée. E. 1114 8-14015 (\*).

72-16. Expériences sur maquettes relatives aux ports et voies navigables (Model experiments in relation to harbours and waterways). ALLEN (J.); *J. Inst. Civ. Engrs* (oct. 1947), n° 8, p. 377-411, 24 fig. 28 réf. bibl. — Historique de la méthode. Exemples de maquettes réalisées et des indications pratiques obtenues. Technique de la méthode : échelles planimétriques et altimétriques, choix des matériaux. La maquette doit être d'autant plus grande que les organisations étudiées sont moins étendues en grandeur réelle. Étude de l'effet des vagues sur les organisations côtières. Le coût des maquettes y compris les levers à réaliser et autres renseignements à recueillir sur place peut varier de 50 à 10 000 livres. E. 1503 (◇).

73-16. Formation et destruction par un courant d'eau de massifs en pierres. BLANCHET (C.); *Houille blanche, Fr.* (mars 1946), n° 2, p. 141-149, 10 fig. — Généralisation de la théorie d'ISBACH, consistant à appliquer dans le cas général la formule de la poussée hydrodynamique sur une pierre placée dans des conditions hydrauliques particulières. E. 1114 8-14007 (\*).

## Géophysique.

### Géologie.

74-16. Géologie du génie civil. KAISIN junior (F.), 3 fasc. (21 x 27 cm.), 143, 140 et 193 feuillets. Dewallens édit., 55, av. des Alliés, Louvain, Belgique. — Cet ouvrage fait appel aux derniers progrès de la mécanique des sols. L'auteur étudie (1<sup>er</sup> tome) les formations géologiques, la pétrographie, la stratigraphie, la tectonique et l'orogénie, l'action des vents, l'hydrogéologie. Puis il montre (2<sup>e</sup> tome), sur des cas concrets, les services que la géologie peut rendre à l'ingénieur. En annexe (3<sup>e</sup> tome) figurent les dessins se rapportant aux textes des deux premiers tomes. E. 1528 (◇).

75-16. Les kieselguhrs français. CHARRIN (V.); *Rev. Matér. Constr.* éd. « C » (août-sept. 1947), n° 383-384, p. 341-343, 2 fig. — Description des différents types de Kieselguhrs, propriétés et gisements. E. 1458 (◇).

76-16. Les terrains perméables. MAYER (A.). Édit. Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris VI<sup>e</sup>, 130 p. (13 x 21), 34 fig. — Se plaçant à égale distance de la théorie pure et de l'application, l'auteur étudie l'hydraulique des terrains perméables. Il examine d'abord la formation et la nature des nappes souterraines profondes, phréatiques, captives, leur étude, les qualités de leurs eaux, puis il indique les principes de l'hydraulique laminaire et les équations de la surface libre. Il étudie ensuite les puits et captages, les différentes formules donnant leur débit et des renseignements pratiques sur l'exécution des puits, captages et forages. Les rabattements de nappes sont étudiés théoriquement et pratiquement ainsi que les étanchements par palplanches ou injections, les infiltrations à travers ou sous les ouvrages, les drainages superficiel et profond. E. 1870 (◇).

77-16. L'écoulement de l'eau dans les terrains perméables. COLAS (R.); *Eau, Fr.* (déc. 1946), n° 33, p. 149-151. — Moyens d'étude, méthode PORCHET par essais de pompage directs, corrections à lui apporter. E. 1114 8-13193 (\*).

### Géotechnique (les sols).

78-16. Classification et identification des sols (Classification and identification of soils). FADUM (R. E.) et ASCE; *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1166-1169, 3 réf. bibl. — Discussion par Ralph E. FADUM de l'article de Arthur CASAGRANDE paru dans le numéro de juin 1947. La composition granulométrique des sols fins ne donne qu'une idée imparfaite de leurs propriétés physiques. Précisions sur la terminologie. E. 1391 (◇).

79-16. Formation, distribution et caractéristiques techniques des sols (The formation, distribution and engineering characteristic of soils). BELCHER (D. J.), GREGG (L. E.), WOODS (K. B.); *Highw. Res. Bull.* (1943), 389 p. E. 107, p. 58/17 (+).

80-16. Appareils pour la détermination des lois et coefficients de perméabilité des milieux pulvérulents. *Techn. Trav.* (mai-juin 1947), n° 5-6, p. 153-156, 4 fig. — Cette communication au 63<sup>e</sup> Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences indique les méthodes employées pour la détermination des coefficients applicables aux formules donnant les vitesses d'écoulement de l'eau dans les terrains perméables, soit par mesure du débit d'un puits d'essai, soit par des essais de laboratoire sur carottes non remaniées au moyen d'un appareil dont l'auteur donne la description et le mode opératoire. E. 1130 (◇).

81-16. Problèmes pratiques de la mécanique des sols. 12<sup>e</sup> Partie. Fondations. Tassements dus à la consolidation (Practical problems in soil mechanics. Part XII. Foundations, settlements due to consolidation). REYNOLDS (N. R.) et PROTOPAPADAKIS (P.); *Civ. Engng P. W. Rev.* (février 1947), p. 66-69. E. 530; P. 61/9 (+).

82-16. Introduction à la mécanique du sol (An introduction to soil mechanics). LOWE-BROWN (W. L.) [London, I. Pitman and Sons], 1945, (22 x 14), iv-57 p., fig., 4 s. 6 d. — Ce petit ouvrage expose quelques principes pour assurer la sécurité des fondations par l'étude du sol : étude des frottements, de la cohésion, etc. Théorie de la compression, du tassement, de la consolidation. Exemples des barrages et déversoirs établis sur fondations perméables; calcul de la solidité des pentes. Bibl. E. 1114 8-1403.

83-16. Effet de répartition d'une charge concentrée par une dalle en béton reposant sur le sol. HAMON (M.); *Bull. Com. Franç. Grds Barr.* (avril 1947), n° 13, p. 39-40, 1 fig. — A l'aéroport d'Orly a été essayée une dalle en béton de 30 cm d'épaisseur, au moyen de témoins sonores placés au centre, aux angles et au milieu des côtés, et de capsules manométriques à cordes vibrantes placées dans la face inférieure de la dalle (pour évaluer les pressions sur la fondation). Le résultat est que, sous une charge concentrée, les fatigues ne se développent que dans un faible rayon autour du point de chargement mais que la répartition des pressions sur le sol se fait très largement. E. 1389 (◇).

84-16. La stabilité des talus (Stability of soil slopes). EK-KHOO-TAN (Jr); *Proc. Am. Soc. Civ. Engrs* [E.-U.] (janv. 1947), n° 1, p. 19-38, 13 fig. — Pente limite de stabilité d'un sol sans cohésion. Influence de la cohésion naturelle ou artificielle et de la densité. Étude des efforts dans le terrain par la photoélasticité appliquée à des modèles réduits. La théorie de la plasticité et la prévision des surfaces de glissement. E. 1297.

85-16. Stabilité des talus (Stability of soil slopes). HIRASHIMA (K. B.); *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs.* (septembre 1947), vol. 73, n° 7, p. 1119-1121. — Discussion par K. B. HIRASHIMA de l'article de EK-KHOO-TAN paru dans le numéro de janvier 1947. Précédentes discussions parues dans les numéros de mai et juin 1947. Commentaires de l'article d'EK-KHOO-TAN. Forces de cohésion. Pression de l'eau. E. 1391 (◇).

86-16. Perfectionnement aux tirants d'ancrage. COUARD (A.); *Génie Civ.* (1<sup>er</sup> nov. 1947), t. 124, n° 21, p. 419, 3 fig. — La rupture des tirants d'ancrage se produit à proximité du rideau de palplanches sous les efforts de flexion provoqués par le tassement des remblais. Pour pallier cet inconvénient on utilise des plaques d'appui à rotule ou mieux une articulation à couteau munie de tétons dont la courbure est calculée pour que la fatigue du métal reste dans les limites voulues. La pose de tels tirants sous l'eau ne présente pas de difficultés. E. 1528 (◇).

### Hydrologie.

87-16. Sur le mouvement des eaux dans le sol. SZEPS (I. F.); *Rev. univ. Min.* (1947), n° 4, p. 129-139, 8 fig. — Phénomène très complexe, conditionné par des facteurs mécaniques et chimiques, physico-chimiques et physico-biologiques. Les hydrologues n'ont envisagé que les facteurs mécaniques; ils sont ainsi arrivés à la loi de DARCY et à une certaine classification de l'humidité du sol. Une analyse plus poussée montre qu'il est difficile de déterminer exactement la surface de la nappe d'eau souterraine, de distinguer une roche perméable d'une roche imperméable, de définir les capillaires du sol, etc. D'autre part, on ne peut accepter que sous de fortes restrictions la loi de DARCY et les méthodes expérimentales basées sur elle, notamment la déter-

mination de la perméabilité du sol. Il est proposé de diriger la recherche vers une application des lois thermodynamiques et autres et en particulier d'admettre avec le professeur OLLENDORFF l'hypothèse de la diffusion comme étant à la base du processus élémentaire de la propagation de l'humidité dans le sol. E. 1465, p. 262 (○).

## Topographie.

88-16. **Topologie et nivellement** (Surveying and levelling). TERRINGTON (J. S.) [London C. Lockwood and Son], (1946), (19×13), IX-108 p., fig. — Manuel pratique concernant les levés topographiques simples utilisant la chaîne et le théodolite. Index. E. 1114.8-11644 (\*).

## Conditions contractuelles.

### Règlements.

89-16. **Journée d'étude de la marque nationale de conformité aux normes.** Circ. A. F. N. O. R. (12 juin 1947), p. 5-62. — Après avoir exposé l'utilité d'une marque nationale de conformité aux normes, la brochure examine les différents aspects des problèmes posés par une marque collective : son statut, ses bases juridiques, ses bases techniques, son contrôle. Elle envisage ensuite l'extension en une marque nationale NF dont elle examine les raisons d'être, l'intérêt comme outil de transactions commerciales et comme facteur du renom des produits français, les rapports avec les autres marques, l'influence sur le renom des grands produits français. Elle fait le bilan des marques NF existantes et donne en annexe les textes législatifs relatifs à la marque NF. E. 1379. (○).

90-16. **La normalisation au 1<sup>er</sup> novembre 1946.** LHOSTEY Circ. A. F. N. O. R. (1946), 20 p. — Après avoir défini la normalisation et le mode de classification des normes, l'auteur donne la répartition des 2 454 normes existant au 1<sup>er</sup> novembre 1946 dans les différentes classes et commente le développement et l'état d'avancement de ces normes. E. 1438 (○).

91-16. **La coordination modulaire expliquée simplement** (Modular co-ordination simply explained); Concrete [Chicago] (mars 1947), p. 3-6, fig. — L'exposé est fait au point de vue de la construction en béton. E. 838, P. 64/19 (+).

92-16. **Guide A 62 pour la coordination des modules** (A62 guide for modular co-ordination). ADAMS (M. W.) et BRADLEY (P.); Amer. Stand. Assoc. : ASA62 (1946) [Boston], 276 p. — Résultat des efforts pour la standardisation des matériaux de construction et de l'équipement, en ce qui concerne leurs dimensions. E. 838, P. 64/36 (+).

## Exposition. Concours. Congrès.

93-16. **Exposition internationale. Urbanisme et habitation.** Urbanisme, n° 116, 196 p., très nomb. fig. — Consacré à l'Exposition internationale de l'urbanisme, ce numéro contient des articles de présentation générale par MM. LETOURNEAU, PROTHIN et BRETON, puis de présentation des sections étrangères. Pour la section française, on trouve « quelques mots sur le plan national d'urbanisme », par M. J. CANAUX, un exposé des méthodes urbaines, par M. J. ROYER et des méthodes rurales par MM. P. DUFOURNET et G. BARDET. Les projets et réalisations font l'objet d'exposés de MM. C. EYRAUD pour Paris, A. PERRET pour le Havre, M. LODS pour Sotteville-lès-Rouen, LE CORBUSIER pour Marseille, PEIRANI pour Aulnoy-sur-Somme. E. 1489 (○).

94-16. **Les sections étrangères à l'Exposition internationale de l'urbanisme et de l'habitation.** CLOZIER (R.); Const. Mod. (oct. 1947), n° 30, p. 961-966, 12 fig. — Description des documents exposés par la Belgique, la Suisse, la Suède, le Danemark, l'Islande, la Grèce, l'Italie, la Pologne, la Tchécoslovaquie et l'Afrique du Sud. E. 1497 (○).

## LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

95-16. **A la recherche de nouvelles méthodes de construction; quelques résultats** (Research on new methods of housing and some of the results obtained). FITZMAURICE (R.); Archt. Assoc. J. (févr.-mars 1947), p. 100-104; Builder (mars 1947), p. 248-249. E. 838, P. 64/37 (+).

## Matériaux de construction.

96-16. **Un nouveau matériau de construction** (New building material); Chemical engr. [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 43. — Un nouveau matériau de construction ayant des propriétés particulières peu communes est tiré de la lave obsidienne, semblable à la perlite. Mélangé avec du ciment, le produit obtenu a une résistance 2,5 fois supérieure à celle du ciment et sable, son poids est inférieur de 1/3 et sa capacité d'isolation 4 fois plus grande. A l'épreuve du feu et n'ayant aucun pouvoir capillaire, ce matériau a pu être utilisé à titre d'expérience pour des réservoirs d'emmagasinage, comme flotteurs, briques à feu, rebords de murs, gaines de tuyaux. On pense qu'il peut convenir comme matériau de remplissage. E. 1308 (○).

97-16. **Matériaux de construction.** Arch. auj. (juil. 1947), n° 12, p. 40-51, 49 fig. — Étude des matériaux employés aux U. S. A., ossatures en bois, ossatures en acier, revêtements extérieurs, revêtements intérieurs, isolement thermique, fondations rapides, toitures, parquets, matériaux de finissage, etc. E. 1128 (○).

98-16. **Matériaux d'isolation spéciaux (anglais) figurant sur les catalogues de la bibliothèque du Ministère des Travaux.** Communication n° 30 (juil. 1947), 4 p. — Traduction d'une liste du Ministère Britannique des Travaux qui énumère 27 produits isolants et donne sommairement leur composition et leur emploi. E. 1249 (○).

99-16. **Beaucoup de nouveautés et d'améliorations** (Many news and improved). Am. Build. (oct. 1946), p. 106, 3 fig. — L'industrie américaine a mis au point de nouveaux matériaux et de nouvelles méthodes qui permettent de réduire les frais de main-d'œuvre. Examen de certains de ces matériaux, destinés aux murs et aux toitures, propriétés et modes d'emploi. E. 1732 (○).

100-16. **Tendances marquées pour l'utilisation de matériaux nouveaux pour les murs extérieurs et les toitures** (Strong trend to new materials for exterior walls and roofs). Am. Build. (oct. 1946), p. 104-105, 26 fig. — Historique de l'emploi de certains matériaux. Actuellement, tendance à mettre en œuvre divers matériaux isolants, surtout depuis une vingtaine d'années; parmi ces matériaux : le ciment-amianté, le contre-plaqué, divers métaux, les produits asphaltiques. Examen des conditions et modes d'emploi. E. 1732 (○).

101-16. **Matériaux pour toitures. Fabrication et mise en œuvre** (Roof coverings, their manufacture and application). BLAKE (E. G.); 2<sup>e</sup> éd., rev. augm. [London, Chapman and Hall], 1945. (22×14), xi-212 p., 122 fig. et photos. — Description complète de tous les matériaux généralement utilisés pour la couverture des bâtiments, soit dans leur état naturel, soit après transformation sous différentes formes. Origine et nature des matériaux, procédés de transformation, méthodes de mise en œuvre. Classification des matériaux pour couverture, leurs qualités comparées. Couvertures en matières organiques. Matériaux métalliques; tôles ondulées, feuilles de zinc, de cuivre. Matériaux minéraux; pierres, ardoises, tuiles, ardoises en ciment et amianté. Couvertures bitumineuses. Toitures en verre. Toitures-plateformes en ciment, méthodes pour en réaliser l'étanchéité. E. 1114.8-13936 (\*).

### Métaux.

102-16. **L'examen magnétoscopique.** GAUBERT (A.). Soudures et Techn. Conn. (juil.-août 1947), vol. 1, n° 7-8, p. 137-152, 34 fig. — L'auteur expose les procédés de détection des défauts des pièces en matériaux magnétiques par la déviation du flux magnétique, compare les divers modes opératoires et donne des exemples d'applications pratiques. E. 1292 (○).

103-16. **Le rôle de l'acier dans le bâtiment.** PEISSI (P.); Homme et Arch. (1947), n° 15-16, p. 13-20, 11 fig. — Étude des possibilités offertes par l'acier pour l'équipement du pays et le bâtiment. Nuances d'acier, formes laminées, lutte contre la corrosion, résistance au feu. E. 1457 (○).

104-16. **Influence d'entailles de différentes profondeurs sur la résistance des aciers faiblement alliés traités thermiquement** (The effects of notches of varying depth on the strength of heat treated low alloy steels). SACHS (G.), LUBAHN (J. D.) et EBERT (L. J.) [Cleveland]; Trans. amer. Soc. Metals (1945), n° 34, p. 517-539, fig. — Influence de la profondeur et du rayon de l'entaille sur la répartition des contraintes triaxiales. Distinction existant entre les métaux ductiles et les métaux fragiles. E. 1114.8-13633 (\*).



105-16. L'acier résistant à la corrosion appliqué à l'architecture et à la construction (Corrosion-resistant steel for architectural and structural applications). GROVE (H. A.) [Philadelphia] (1946), n° 48, 4 p. — E. 106, P. 57/61 (+).

106-16. Emploi de la fonte dans la construction (Cast iron in building). SHEPPARD (R.); [London], G. Allen and Unwin, 1945 (21 x 13), 99 p., fig., 48 pl. h. t. — Description et illustration des emplois contemporains de la fonte dans la construction et indications sur ses possibilités d'utilisation future. E. 1114.8-13931 (\*).

107-16. Propriétés des poutres laminées (Properties of rolled steel joists). GOTTFELDT (H.); *Struct. Engr.* (nov. 1947), vol. 25, n° 11, p. 507-514, 6 fig. — Cette note se propose de compléter les informations données dans tous les aide-mémoire par des renseignements concernant certaines dimensions ou propriétés. Elle développe également la théorie moderne de la plasticité, en expose les principes et démontre qu'elle est souvent en opposition avec la théorie classique. Une lacune existe encore dans l'application des principes de l'élasticité en ce qui a trait aux efforts de cisaillement. La note passe enfin en revue les prescriptions allemandes. E. 1666 (◇).

108-16. Progrès techniques et industriels relatifs aux éléments en tôles minces pour la construction. MALE (M.); Traduction O. T. U. A. (1945), 9 p. — Le conférencier examine les progrès techniques réalisés en ce qui concerne la fabrication des tôles-minces de 0,57 mm à 6,35 mm (résistants à la traction, limite d'élasticité), les peintures protectrices, les procédés de façonnage des profils réalisés avec des tôles minces, la mise au point de spécifications pour le calcul des éléments en tôle mince utilisés dans le bâtiment. Il signale les principales applications qui en ont été faites dans le bâtiment. E. 1545 (◇).

109-16. Réalisation de la charpente d'un abri de locomotives avec des poutrelles en aluminium (Engine house gets aluminium roof trusses). *Railway Age, U. S. A.* (31 août 1946), n° 121, p. 362-363, 2 fig. — La charpente en acier ayant été fortement corrodée par les fumées de locomotives et les poutres en acier manquant sur le marché, on a eu recours aux alliages légers. Comparaison des profils. E. 1114.8-13957 (\*).

110-16. Utilisation de l'aluminium dans la construction (Structural uses of aluminium). *Builder* (4 avril 1947), p. 320-321, fig. — Étude récente sur l'utilisation des alliages légers, comportant un hôtel tropical, des bâtiments des chemins de fer et l'immeuble « Alcrete ». E. 838, P. 64/18 (+).

111-16. Le calcul des constructions en alliages légers. DUDLEY (L.); 216 p., *Rev. Alum.* (juin 1947), n° 134, p. 220. — Petit traité débutant par un rappel de la résistance des matériaux, puis examinant en deuxième partie les propriétés de l'aluminium, du magnésium et de leurs alliages, et l'application à ces métaux des principes généraux ainsi que les spécifications britanniques récentes pour les éléments légers. E. 1151 (◇).

112-16. Revue des emplois du plomb dans la construction (A review of lead in building). HARRIS (H. C.); *Plumb. Tr. J.* (15 déc. 1946), p. 47-48. E. 106, P. 57/43 (+).

#### Matériaux rocheux naturels.

113-16. Traçage de la coupe de pierre. MORET (J.); *Trav. Peint.* (oct. 1947), vol. 2, n° 10, p. 344-346, 12 fig. — Exposé des méthodes de traçage des différentes coupes de pierre pour plates-bandes, plein cintre, murs, plafonds à l'usage des décorateurs. E. 1440 (◇).

114-16. Recherches sur l'imprégnation des pierres en calcaire tendre. BAUMGARTEN (P.); *Circ. Inst. Techn. B. T. P.* (15 oct. 1947), série D, n° 21, 11 p., 8 fig. — Étude des résultats de l'imprégnation des pierres calcaires tendres par diverses solutions : silicate de soude, résines thermoplastiques, urée-formol, résines thermodurcissables. E. 1751 (◇).

115-16. Étude des carrières de la Touraine. BOURCART (J.); *Circ. Inst. techn. B. T. P.* (5 nov. 1947), série D, n° 22, 7 p., 1 fig. — Étude des carrières de la Touraine comprenant du ballast, de la pierre de taille, du tuffeau, des calcaires lacustres, des faluns, des calcaires de Beauce. E. 1752 (◇).

116-16. Centre de stockage et de réchauffage des liants. POUSETT (P.); *Travaux* (1947), n° 152 bis, p. 87-98, 11 fig. — L'auteur étudie les problèmes de stockage des liants hydrocarbonés (à l'exclusion de ceux destinés aux usines d'émulsion) qui se posent aux utilisateurs qui reçoivent des liants pendant toute l'année et les mettent en œuvre seulement pendant quelques mois.

Il montre l'utilité des citernes de stockage (d'une capacité égale au tonnage des liants employés en une année) pour n'interrompre ni les répandages ni les arrivages, et l'intérêt qu'il y a à grouper les installations dans de gros centres de stockage et de réchauffage en vue de la qualité des travaux. Il passe en revue les difficultés rencontrées et les solutions qui ont été apportées en ce qui concerne la construction des citernes, le choix du fluide intermédiaire de réchauffage, la construction des bacs de réchauffage, des chaudières, des appareils de dégourdisage. E. 1015 (◇).

117-16. Résumé des travaux de la Commission consultative des goudrons et bitumes. LACAU (R.); *Travaux* (1947), n° 152 bis, p. 59-64, 2 fig. — L'auteur passe en revue les travaux effectués avant guerre sur les goudrons concernant la viscosité, le vieillissement, l'action des solvants, la tension de surface, l'aspect microscopique, les travaux exécutés après guerre démontrant l'importance de la présence des huiles anthracéniques dans les goudrons utilisés pour les travaux routiers (méthode de contrôle dite de « Température de ramollissement superficiel »), enfin les travaux relatifs à l'action de l'eau sur la peau des goudrons, au vieillissement des goudrons, à la fixité des huiles rouges et à la mise en œuvre du goudron comme liant routier. E. 1015 (◇).

118-16. Quelques notes sur les goudrons, brais, bitumes et asphaltes (Some notes on tars, pitches, bitumens and asphalts). EASTWICK-FIELD (J.); *Arch. Build. News* (11 avril 1947), p. 29-31. E. 838, P. 64/13 (+).

119-16. L'utilisation des cendres de charbon pulvérisé dans les industries du bâtiment et du génie civil (Utilisation of pulverised-fuel ash in the building and civil engineering industries). BESSEY (G. E.); 15 p., 33 réf. bibl. — L'auteur passe en revue les propriétés des cendres, leur emploi dans la fabrication du ciment Portland, le remplacement des pouzzolanes dans les ciments mélangés, le remplacement du sable dans le béton, l'utilisation comme agrégat dans les blocs et les briques de béton, pour la fabrication des tuiles, et les propriétés qu'on exige de ces matériaux, fabrication du béton poreux avec divers agents d'expansion pour les couvertures, planchers, revêtements de routes, après enrobage d'une matière bitumineuse. E. 1762 (◇).

#### Liants hydrauliques.

120-16. Nature et caractéristiques des liants hydrauliques fabriqués en France (Nov. 1947). CLÉMET DE LANGAVANT (J.); *Circ. Inst. techn. B. T. P.* (15 nov. 1947), série F, n° 38, 11 p. — Note d'information sur la composition, les propriétés, les emplois préférentiels ou contre-indication des différents types de liants hydrauliques qui sont disponibles sur le marché à partir du deuxième semestre 1947. E. 1754 (◇).

#### Plâtre.

121-16. Effet de l'eau contenue dans les produits en plâtre sur la résistance de ces produits (The effect of water contents on the strength of calcium sulphate plaster products). ANDREWS (H.); *Soc. Chem. Ind. J.* (mai 1946), vol. 65, p. 125-128. E. 106, P. 57/59 (+).

122-16. Le plâtre et ses nouvelles utilisations. GILARDI (P.); *Nature* (1<sup>er</sup> août 1947), n° 3141, p. 248-250, 4 fig. — Tendances actuelles d'utilisation de ce matériau. Protection contre l'incendie; isolement thermique et acoustique; placo-plâtre; maçonnerie en plâtre.

#### Ciments.

123-16. Essais simplifiés de flexion. ANSTETT (F.); *Rev. Mater. Constr.* (juin 1947), édit. « C », n° 381, p. 250-253, 8 fig. — Tableaux et graphiques de résistance à la flexion et à la traction de chaux, de ciment de laitier et de ciment prompt. E. 1226 (◇).

124-16. Essais simplifiés de flexion. ANSTETT (F.); *Rev. Mater. Constr.* (juil. 1947), édit. « C », n° 382, p. 277-279, 2 fig. — Tableaux et graphiques de résistance de ciments artificiels à la flexion et à la traction. E. 1227 (◇).

125-16. Les ciments expansifs et l'autocontrainte du béton. LOSSIER (H.); *Bull. Tech. Suisse Rom.* (2 août 1947), n° 16, p. 221-230, 29 fig. — L'auteur rappelle les procédés de précontrainte et expose la méthode des ciments expansifs, puis ses applications à des reprises en sous-œuvre, à la réparation de ponts et viaducs. E. 1167 (◇).

126-16. Les ciments expansifs et l'autocontrainte du béton (suite et fin). LOSSIER (H.); *Bull. Tech. Suisse Rom.*

(16 août 1947), n° 17, p. 233-237, 10 fig. — L'auteur donne des exemples d'application des ciments expansifs (réparation de ponts), indique les possibilités d'emploi et termine par le calcul de l'action de l'expansion et des conclusions. E. 1163 (◇).

127-16. Etude des propriétés physiques du ciment de Portland durci, 6<sup>e</sup> partie. Relation des caractéristiques physiques et de la résistance à la compression. 7<sup>e</sup> partie : Perméabilité et pouvoir d'absorption (Studies of the physical properties of hardened Portland cement paste. Part 6. Relation of physical characteristics of the paste to compressive strength. Part 7. Permeability and absorptivity). POWERS (T. C.) et BROWNARD (T. L.); *Amer. Concr. Inst. J.* (mars 1947), p. 845-880, à suivre. E. 838, P. 64/17 (+).

128-16. Normes suédoises relatives au ciment et au béton, pour l'année 1934. (Statliga cement-och betongbestämmelser av år 1934) (1946) [Stockholm], 56 p. — Conditions de livraison et d'essai du ciment, avec tableau indiquant les valeurs de résistance à la compression et à la traction des différentes classes de ciment. Prescriptions relatives aux constructions en béton et en béton armé : composition et caractéristiques des divers constituants du béton, exécution des essais, exécution des travaux, contrôle et inspection. Prescriptions particulières pour la coulée du béton sous l'eau. Calculs statistiques des contraintes. E. 1284 (◇).

129-16. Normes suédoises relatives au ciment pour l'année 1943. (Statliga cementbestämmelser av år 1943) (1946) [Stockholm], 8 p. — Conditions de livraison et d'essai du ciment Portland et du ciment de remplacement dénommé « ciment — E », avec tableaux donnant les valeurs de la résistance à la flexion et à la compression. E. 1286 (◇).

130-16. Supplément n° 1 aux normes suédoises relatives au ciment et au béton pour l'année 1944. (Tillägg Nr I till statliga cement-och betongbestämmelser av år 1934) (1946) [Stockholm]. — Complément aux conditions d'essai de la résistance du béton, à la classification du béton, et aux contraintes admises pour le béton armé. Spécifications particulières en ce qui concerne l'emploi des fers crénelés dans les constructions en béton armé. E. 1285 (◇).

## Agglomérés.

131-16. L'industrie des agglomérés. LOZACH (P.); *Rev. Matér. Constr.* Éd. « C » (août-sept. 1947), n° 383-384, p. 337-338. — L'auteur rappelle les essais de lancement des bétons cellulaires et souhaite voir reprendre leur étude en vue de l'isolation. E. 1458 (◇).

132-16. Ciment et sciure de bois et autres matériaux de construction à la sciure de bois (Sawdust-cement and other sawdust building products); *Chem. and Industr.* (1947), p. 593-596. — Généralités sur les possibilités de préparer un matériau de construction avec la sciure de bois en y ajoutant un liant. Le ciment et sciure de bois. Proportions relatives. Facteurs divers contenus dans la sciure de bois et nuisibles au ciment. Prétraitements envisagés pour la sciure afin d'y remédier. Tables des propriétés des ciments suivant la proportion de sciure de bois et les prétraitements. La sciure de bois avec d'autres liants inorganiques : a) avec le plâtre; b) avec le ciment à l'oxychlorure de magnésium. La sciure de bois avec des liants organiques. Glu et résines synthétiques. E. 1760 (◇).

133-16. Les agglomérés de kieselguhr. CHARRIN (V.); *Industr. Céram.* (mai 1947), n° 374, p. 211. — Les blocs découpés dans le gîte ne convenant pas en construction, on fabrique des agglomérés de kieselguhr à base d'argile (résistants) ou de chaux (isolants), par moulage sous pression, dessiccation lente et cuisson (950°-1 200°). Caractéristiques de briques fabriquées avec le moler danois. La France jusqu'à présent n'a pas utilisé ses gisements de kieselguhr argileux. E. 1034 (◇).

134-16. Blocs en béton à parois minces (Thin-walled concrete blocks). *Conc. Build. Conc. Prod.* (nov. 1947), vol. 22, n° 11, p. 157-158, 5 fig. — Cette note rend compte d'une installation existant dans les environs de Londres qui permet la fabrication de blocs en béton, à trous et parois minces, répondant à certaines dimensions standard et qui sont exécutés sur des machines spéciales dont l'article indique succinctement le mode de fonctionnement. Ces machines, de construction suisse, comportent un moule qu'on remplit de béton qui se rassemble autour de noyaux montés dans le moule. L'article donne les indications concernant le mode d'action d'un vibreur permettant de détacher le béton des parties métalliques du moule et le mode de retournement du moule avant le transport du bloc fabriqué. Chaque machine peut faire de 1 200 à 1 800 blocs par jour. E. 1530.

135-16. Rapport des fabricants de parpaings en béton sur les avantages du chlorure de chaux (Concrete blockmakers' report on advantages of calcium chloride). *Concrete* [Chicago] (nov. 1946), P. 28-29. E. 106, P. 57/40 (+).

## Produits céramiques.

136-16. Machines à nettoyer les briques (Ziegelputzmaschinen). COENEN (M.) [Chemnitz]; *Die Technik* (mars 1947), t. 2, n° 3, p. 135-136, 3 fig. — Description d'une machine système Ewald Hull à nettoyer les briques par percussion et mention d'autres systèmes de machines. E. 1500 (◇).

137-16. Les progrès récents dans l'étude et l'essai des briques en Angleterre. BUTTERWORTH (B.); *Industr. Céram.* (août 1947), n° 377, p. 250. — Exposé de l'auteur aux journées internationales d'étude des argiles et de leurs applications du 19 au 24 mai 1947 à Bruxelles. Il examine les recherches faites en Grande-Bretagne, les normes proposées et indique dans la série des tests utilisés : l'examen général et la mensuration, l'absorption d'eau et le coefficient de saturation, la résistance à la compression, le retrait, la teneur en sels solubles, l'essai pour efflorescences. Il discute enfin la valeur d'essais de gelivité. E. 1387 (◇).

138-16. Rapport du Comité C-15 sur les éléments de maçonnerie fabriqués (Report of Committee C-15 on manufactured masonry units); *Am. Soc. for testing mater.* [Philadelphie] (1946), 1 p. — Proposition pour la révision des normes de briques. E. 107, P. 58/34 (+).

## Verres.

139-16. Le verre dans la construction (Glass in construction engineering). HOLLAND (A. J.); *Contract J.* (8 janv. 1947), p. 94-95. — Revue des propriétés du verre considéré comme matériau de construction. E. 107, P. 58/32 (+).

140-16. Vitres isolantes (Insulating window pane); *Ceram. Industr.*, U. S. A. (sept. 1944), n° 43, p. 64-65. — Les vitres isolantes sont composées de deux vitres parallèles. Application dans l'isolement contre le froid, la chaleur. Application au bâtiment. E. 1114-8-14472 (\*).

141-16. Discussion des propriétés acoustiques de la fibre de verre (A discussion of the acoustical properties of fiberglass). REES (W. M.) et TAYLOR (R. B.) [Toledo, Ohio]; *J. Soc. Motion Pict. Engrs.*, U. S. A. (janv. 1946), n° 46, p. 52-61, 6 fig. — Discussion des propriétés de la fibre de verre en tant qu'isolant sonore; tables des coefficients d'absorption sonore pour 6 fréquences de 128 à 4 096 c/s. et pour 24 combinaisons différentes, poids et épaisseurs des matériaux; graphiques de l'absorption relative aux différentes fréquences, basée sur la densité, l'épaisseur et les dimensions de la fibre des différents matériaux. E. 1114-8-11897 (\*).

## Bois.

142-16. Qualité et solidité du bois de construction (Quality and strength of building timber). THUNELL (B.) [Stockholm] (1942), 17 p. — En suédois avec un résumé en allemand. E. 838, P. 64/27 (+).

143-16. Les idées récentes sur le séchage des bois. Le séchage artificiel. RAZOUS (P.); *Bât. Trav. Publ.* (oct. 1947), n° 10, p. 17-18. — Le séchage doit enlever l'eau de capillarité des vaisseaux et l'eau qui imbibé les parois des cellules, mais doit respecter l'eau de constitution. Le bois est saturé à 30 % d'humidité. Il est sec à l'air pour une teneur de 13 à 17 %. Il convient de régler la vitesse de l'air chaud de manière à ne pas détériorer le bois. Cette vitesse varie de 0,75 m à 2 m/sec. Description des divers types de séchoirs à bois qui sont, soit du type à cases, soit du type à tunnel. E. 1469 (◇).

144-16. Poteaux traités rapidement dans une atmosphère d'hydrocarbures I. (Poles seasoned quickly in hydrocarbon atmosphere I). HUDSON (M. S.) [Spartanburg S. C.]; *Electr. World*, U. S. A. (14 sept. 1946), n° 126, p. 90-93, fig. — Détail d'un nouveau procédé pour abréger le séchage des poteaux avant l'imprégnation; il utilise des vapeurs d'hydrocarbures, d'alcools, de cétones, etc., comme agent desséchant. E. 1114-8-13420 (\*).

145-16. Les techniques d'amélioration du bois. COLLARD (J.); *Mécanique* (avril-mai 1946). — Étude des procédés d'amélioration des bois en vue d'utiliser les bois de qualité courante pour en faire des pièces homogènes ou d'obtenir avec des essences communes des matériaux plus denses, plus homogènes :



bois lamellés, bois comprimés ou densifiés. Bois imprégnés de résines thermoplastiques ou thermodurcissables. Contreplaqués. Caractéristiques mécaniques des bois améliorés. E. 1397 (◇).

### Matières plastiques.

146-16. Un nouvel appareil pour l'étude de l'hystérésis et du frottement interne des matières plastiques en flexion alternée. DAWANCE (G.); *Circ. Inst. Techn. B. T. P.* (25 juin 1947), série I, n° 34, 7 p., 15 fig. — Rappel du phénomène d'hystérésis et des formules permettant de déterminer, dans le cycle effort-déformation, le rapport de l'énergie dissipée au travail élastique maximum. Description théorique d'un appareil permettant d'enregistrer par procédé photographique le cycle effort-déformation, et réalisation pratique de cet appareil. Résultats obtenus par cette méthode appliquée aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics sur des éprouvettes en matières plastiques des classes, p. 44, p. 33 et p. 21. E. 1088 (◇).

147-16. Les assemblages caoutchouc-métal (Rubber-metal composites). MERRIL (J. A.); *Mater. Methods, U. S. A.* (oct. 1946), n° 24, p. 891-895, fig. — Nouvelles applications pour les assemblages caoutchouc-métal. Utilisation de caoutchoucs naturels et synthétiques. Préparation du métal et du caoutchouc, application de l'adhésif, vulcanisation. Exemples d'application : dégivreur pour pales d'hélices d'avions, revêtements de réservoirs avec du caoutchouc, etc. E. 1114-8-13399 (\*).

### Peintures. Pigments. Vernis.

148-16. Le secret des couleurs. BOLL (M.) et DOUGNON (J.); (*Que sais-je ?*) Presses Universitaires de France. Paris (1946), 1 vol. (10,5 × 17,5), 128 p., 56 fig. — Les auteurs tentent de faire le point des connaissances humaines à l'heure présente sur le secret des couleurs, après avoir rappelé les théories d'ARISTOTE, de NEWTON et les conceptions modernes. Ils ramènent le problème à des expériences différentes de psychologie expérimentale sur des individus : l'homme de la rue, le physicien, le peintre : ils fournissent des précisions d'ordre philosophique sur le secret des couleurs. E. 1797 (◇).

149-16. Aperçus sur la technique de la peinture (Outlines of paint technology). HEATON (N.) (1947), 448 p. Édit. Charles Griffin and Cie Ltd, Londres, 84 fig. — L'auteur fait le point sur l'état de nos connaissances concernant les matières premières utilisées et les produits finis détenus dans la fabrication des peintures. L'ouvrage se divise en 3 parties : la 1<sup>re</sup> est consacrée aux pigments de différentes couleurs (propriétés, préparations); la 2<sup>e</sup> aux huiles, solvants, plastifiants, résines, gommes et produits bitumineux; la 3<sup>e</sup> aux vernis (gras, cellulose), peintures (à l'huile, à l'eau), éthers et esters cellulose. E. 1770 (◇).

150-16. Quelques enduits pour applications spéciales. *Trav. Peint.* (nov. 1947), vol. 2, n° 11, p. 383-384. — Indications de compositions d'enduits spéciaux pour réservoirs fissurés, tuyauteries frigorifiques, vases métalliques à cultures dans l'eau, réceptifs à résines, bâtiments de guerre, inscriptions lumineuses. E. 1532 (◇).

151-16. Rapport du Comité D-I sur la peinture, les vernis, laques et produits connexes (Report of Committee D-I on paint, varnish lacquer and related products); *Am. Soc. for testing mater.* [Philadelphie] (1946), 24 p. — Spécifications et méthodes d'essai proposées. E. 107, 58/36 (\*).

152-16. Comparaison entre les essais accélérés de laboratoire et les essais de plein air à l'aide d'un instrument qui mesure la variation des propriétés physiques des peintures (Correlating laboratory accelerated tests and outdoor tests by means of instrument testing for change in the physical properties of paints). WILLIAMS (D. M.); *Amer. Soc. Test. Mat. Bull.* (janv. 1947), p. 49-57. E. 646, p. 62/21 (\*).

153-16. La peinture. Moyen de lutter contre la chaleur... et contre le froid... *Trav. Peint.* (sept. 1947), vol. 2, n° 9, p. 308, 1 fig. — Étude de la valeur des divers pigments pour lutter contre la chaleur et le froid. E. 1258 (◇).

154-16. Contribution à l'étude de la protection de l'acier par les peintures au brai-aluminium. PEISSI (P.); *O. T. U. A. Acier* (1947), 30 p., 13 fig. — Un essai de peinture au brai de houille mélangé de poudre d'aluminium (« Aged » et « Vernil ») sur une arche de hangar d'aviation en tôle d'acier a été mise en route en mars 1937. L'auteur indique les différentes conditions d'application qui ont été utilisées afin de faire ressortir celle qui correspond à la protection la meilleure et la plus économique. Il relate les observations relevées au bout de 1 an, de 4 ans, de 5 ans et de 10 ans et les conclusions qui peuvent en être tirées. E. 1559 (◇).

155-16. Les nouveaux constituants des peintures. CHAM-  
PETIER (G.); *Génie Civ.* (1<sup>er</sup> oct. 1947), t. 124, n° 19, p. 380. — Conférence à la Société des Ingénieurs civils exposant le mécanisme de formation des films protecteurs et leur structure, puis les peintures cellulose et l'intérêt des nouveaux dérivés comme les éthers cellulose et les esters mixtes. Ensuite il étudie les peintures synthétiques à base de résines formophénoliques, glycérophénoliques, polyviniliques et aminoplastes et enfin les silicènes. E. 1390 (◇).

156-16. Ce que sont les vernis décoratifs. MARGIVAL (F.); *Trav. Peint.* (sept. 1947), vol. 2, n° 9, p. 300-302, 4 fig. — Étude sur les vernis décoratifs : vernis givrés à cristallisations, vernis irisants, vernis à scintillements genre aventurine, vernis à réticulations ou craquelures, vernis à rider, à chagriner — applications et possibilités. E. 1258 (◇).

157-16. Recherches sur les résines synthétiques utilisées dans l'industrie allemande des revêtements (Investigation of synthetic resins used in the German surface coating industry). *British Intelligence Objectives Sub-Committee* (1946) [London] (H. M. S. O.), 141 p. — Préparation et propriétés générales des résines synthétiques utilisées dans l'industrie allemande des peintures. E. 838, P. 64/31 (\*).

158-16. Problèmes posés par la mesure de la viscosité. Cas de la coupe consistométrique. AFNOR. DIONISI; *Cour. Norm.* (sept.-oct. 1947), n° 77, p. 646-650, 4 fig. — L'auteur définit la viscosité et les coefficients de viscosité absolue dynamique, de viscosité limite et de viscosité absolue cinématique, puis les unités C. G. S. de viscosité absolue dynamique (POISE) et de viscosité absolue cinématique (STOKES). Il commente le domaine de la viscosité, puis étudie les appareils mesureurs de la viscosité et les lois qui leur servent de bases. Après avoir cité quelques types de viscosimètres, il signale la coupe consistométrique AFNOR, décrite par la norme T. 30-014 et utilisée pour les mesures de consistance des produits de peinture. E. 1698 (◇).

159-16. La pratique anglaise du veiné dans l'exécution des faux-bois. LEMASSIER; *Trav. Peint.* (oct. 1947), vol. 2, n° 10, p. 342-343, 22 fig. — La reproduction commentée de croquis publiée par M. SANDERSON dans *Journal of Decorative Art* à l'effet de guider les apprentis décorateurs pour le tracé des veinés de faux-bois. E. 1440 (◇).

160-16. Décoration. *Trav. Peint.* (oct. 1947), vol. 2, n° 10, p. 353, 8 fig. — Procédés d'exécution (avec modèles) de mailles ronces de chênes à l'enlevé et à la brosse. E. 1440 (◇).

### Propriétés générales.

161-16. Code des spécifications relatives à l'utilisation des bâtiments. Chap. 9. Durabilité (Code of functional requirements of buildings. Chapter IX. Durability). *Brit. Stand. Inst.* (1947), 27 p. — La brochure publiée par l'Institut Britannique des Normes est un code pratique sur la durabilité des constructions. Ce code donne des indications générales sur la durabilité relative des différentes parties d'un bâtiment, sur les causes de détérioration, sur la résistance des matériaux constitutifs des constructions. Des tableaux indiquent la vitesse de corrosion de certains métaux et les mesures de protection à prendre dans chaque cas. E. 1764 (◇).

### Corrosion.

162-16. Résistance chimique de matériaux de construction et d'éléments non métalliques (Chemical resistance of construction materials and non-metals); *Chem. Engng.* (nov. 1946) p. 120-150. — Tableau donnant la résistance des matériaux à 24 éléments chimiques communs et gênants. Quelques-unes des applications importantes de ces matériaux. E. 107, P. 58/29 (\*).

163-16. La corrosion et les méthodes actuelles de protection (Korrosion und Korrosionsschutz in der heutigen Zeit). WIEDERHOLT (W.); *Die Technik* (mars 1947), t. 2, n° 3, p. 122-125. — Exposé de l'état de la question de la lutte contre la corrosion. E. 1500 (◇).

164-16. Procédés actuels de protection des métaux (Zeitbedingte Metallschutzverfahren). THIEDE (B.); *Die Technik* (mai 1947), n° 5, p. 214-217, 3 fig. — Étude documentaire passant en revue les procédés de protection des surfaces contre la corrosion. E. 1723, p. 296 (◇).

165-16. Résumé des travaux du Comité anglais de la corrosion. PIERARD; *Iron Steel Inst.* (1943), 5 p. — L'auteur donne les résultats d'essais de corrosion atmosphérique exécutés sur de l'acier MARTIN basique, sur des fers puddlés, sur des aciers



faiblement alliés, sur des traverses de chemins de fer en acier, sur des wagons construits : partie en acier doux, partie en aciers alliés, sur une gamme de lingots d'aciers faiblement alliés. Le Comité a étudié l'influence des inclusions, l'action des inhibiteurs, la protection fournie par les peintures (films organiques pigmentés, poudre de Zn, films inorganiques dans l'épaisseur desquels se produit la précipitation électrochimique d'une sorte de ciment) et les revêtements de Zn, Al, Pb, Sn, Cd. Des recherches sont poursuivies pour trouver le meilleur pigment protecteur contre la corrosion marine. E. 1543 (◇).

166-16. Résultats des essais de corrosion atmosphérique de longue durée sur aciers protégés par peinture, exécutés en Belgique. LAGASSE (J.); *Oss. Métall.* (nov. 1947), n° 11, p. 482-488, 9 fig. — Exposé des résultats des essais sur tôles d'acier doux THOMAS, peintes et réparties dans huit stations atmosphériques d'agressivité variant dans le rapport de 1 à 7. Description des éprouvettes. Résultats des inspections et représentation graphique des résultats. E. 1533 (◇).

167-16. Dix ans d'exposition aux intempéries de tissus de coton enduits d'asphalte appliqués sur des feutres saturés (Ten years' outdoor exposure of filled asphalt coatings on saturated felt). OLIENSIS (F. G. L.); *Amer. Soc. Test. Mat. Bull.* (janv. 1947), p. 32-48. E. 646, P. 62/15 (+).

168-16. Corrosion d'échantillons de cuivre, de plomb et d'alliages de plomb enfouis dans différents sols pendant des périodes allant jusqu'à 10 ans (Corrosion of copper, lead, and lead-alloy specimens after burial in a number of soils for periods up to 10 years). GILBERT (P. T.); *Inst. Metals J.* (nov. 1946), p. 139-174. E. 746, P. 63/30 (+).

169-16. Protection cathodique (Cathodic protection). ANDERSON; *Railway signaling* (mai 1947), p. 306-309, 3 fig. — Étude de la protection des canalisations enterrées contre la corrosion électrolytique, méthode dite de l'anode sacrifiée où une anode est enterrée au voisinage des conduites à protéger et reliée à celles-ci par un circuit isolé. La corrosion se reporte sur l'anode auxiliaire qui est remplacée au fur et à mesure des besoins. Dans certains cas, une source de courant est nécessaire pour maintenir le circuit normal de protection. E. 1465, p. 254 (◇).

## Infrastructure et maçonnerie.

### Consolidation du sol.

170-16. La stabilisation des sols par le procédé du ciment au bitume (Soil stabilization by the bitumen-cement process). BUSCH (W. H.); *Highw. Bridges* (1<sup>er</sup> janv. 1947), fig. — Détails élémentaires de la question; exemple d'un travail exécuté à Holborn. E. 106, P. 57/17 (+).

171-16. Compacité du sol de fondation (Density of subgrades); *Engng. News Rec.* (Mc Graw-Hill Digest) (juin 1947), p. 44. — Il a été décidé aux U. S. A. que les compacités minima seraient définies par le nombre de passages des rouleaux dits à pied de mouton plutôt que par la densité, ce qui réduirait de beaucoup le travail de laboratoire. En Californie les ingénieurs ont recommandé d'achever le compactage par couches de 20 cm et même de 10 cm pour les derniers 75 cm. E. 1308 (◇).

172-16. Les rouleaux à pieds de mouton. *Rev. gén. Routes Fr.* (oct. 1946), n° 16, p. 11-13, 3 fig. — Historique des appareils basés sur ce principe et caractéristiques des rouleaux modernes. Ces engins permettent d'effectuer un brassage et un compactage des terrains meubles, en commençant par les couches profondes. E. 1114.8-14821 (\*).

173-16. Le compactage des sols. I. L'argile (The compaction of soil. I. Brick earth). MACLEAN (D. J.) et BAILEY (R. S.); *Roads and road constr.* (janv. 1947), p. 12-16, fig. — Essais à grande échelle avec différents types de rouleaux. E. 106, P. 57/16 (+).

174-16. Drainage électrique des sols (Electrical drainage of soils). *Highw. Bridges Aerod.* (29 oct. 1947), vol. 14, n° 695, p. 14. — Cette note donne l'analyse d'un rapport de la Building Research Station au sujet de l'application de l'électrosmose aux problèmes des fondations et du terrassement. Le rapport s'étend sur les travaux entrepris pendant la guerre en Allemagne et sur les recherches poursuivies actuellement en Grande-Bretagne. La note expose le principe de la méthode et les conditions dans lesquelles elle est applicable. L'expérience a montré qu'elle se révèle avantageuse dans les sols tourbeux qui ne peuvent être asséchés par d'autres méthodes. E. 1499 (◇).

175-16. L'application en Allemagne de l'électrosmose au drainage des sols dans les travaux publics (The application of electrosmosis to soil drainage on civil engineering work in Germany). *Brit. Intelligence Objectives Sub-Committee* [London] (1946), 11 p. — Les silt et les sols argileux sont drainés en les faisant traverser par un courant électrique; on prend un puits comme électrode négative. E. 646, 62/29 (+).

176-16. Assèchement par la méthode du « Wellpoint » (Dewatering by the wellpoint process). ATTWOOD (R. G.); *Offl. Archt.* (fév. 1947), p. 104-105, fig. — Le principe de la méthode consiste à abaisser le niveau de la nappe d'eau sur toute l'étendue du chantier, avant l'ouverture des fouilles, en pompant l'eau à partir d'une série de petits puits. E. 646, P. 62/7 (+).

177-16. Drainage d'un gravier grossier par « Wellpoints » (Draining coarse gravel with wellpoints). *Engng. News-Rec.* (14 nov. 1946), p. 638-639, fig. — Drainage des fouilles d'une centrale électrique. E. 106, P. 57/18 (+).

### Terrassements.

178-16. Enquête sur le tassement des remblais de craie et d'argile (An investigation of the settlement of chalk and clay embankments). LEWIS (W. A.); *Highw. Bridges Aerod.* (19 nov. 1947), vol. 14, n° 698, p. 10-11, 2 fig. — Série d'enquêtes faites entre 1938 et 1946 dans un rayon déterminé en utilisant un niveau géodésique pour mesurer les mouvements verticaux par rapport à des repères métalliques fichés sur la surface de la route. Les tassements trouvés sont proportionnels à la hauteur du remblai en décroissant avec le temps. Ces tassements varient entre 0,4 à 1,9 % suivant la compacité du terrain. E. 1726 (◇).

179-16. Dragage, sans interruption d'emploi, d'un bassin d'ouvrage hydraulique (Dredge cleans waterworks basin without interrupting service). *Engng News-Rec.* U. S. A. (5 sept. 1946), n° 137, p. 102-103, fig. — Description de la méthode de dragage hydraulique employée pour curer un bassin de 335 × 183 × 10 m d'une installation de traitement des eaux; les opérations ont été effectuées sans interrompre le fonctionnement de l'installation et sans augmenter la turbidité des effluents du bassin; les dépôts extraits (370 000 m³) ont été utilisés pour remblayer les terres voisines en vue de l'extension de l'installation. E. 1114.8-14851 (\*).

180-16. Grua automobile à flèche pliante (Kochring hinged-boom truck-crane). *Roads Bridges, Canada* (oct. 1946), n° 84, p. 92. — Puissance 18 t avec arcs-boutants et 7 t sans arcs-boutants. Les arcs-boutants permettent le fonctionnement en pelle ou dragline. E. 1114.8-14072 (\*).

181-16. L'application du tracteur aux travaux de terrassement et d'excavation. GABAY (A.); *Ed. Librairie de l'Université, F. Rougé et Cie, S. A., Lausanne*, 1 vol. 187 p. (200 × 290), 182 fig. — Ouvrage décrivant le tracteur à chenilles et des appareils accessoires, puis donnant les éléments nécessaires au choix des machines, au calcul de rendement et de prix de revient et aux questions d'organisation des entreprises mécanisées. E. 1731 (◇).

182-16. Un nouveau matériel de terrassement, les chargeuses Eimco; *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 154, 3 fig. — Description du matériel Eimco d'une capacité de chargement de 20 à 60 t/h, pouvant travailler en galerie. E. 1731 (◇).

183-16. Pelleteuses « Zénith » à moteur. *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 155, 1 fig. — Description des deux modèles de la pelleteuse « Zénith » des Établissements Soretex, 77, rue Ampère, à Grenoble. Engins à godets de 6 à 8 l. et d'un débit de 15 à 35 m³ à l'heure. E. 1731 (◇).

### Fondations.

184-16. Calcul des fondations soumises à des charges de renversement. HAHN (L.); *Tech. Trav.* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 309-320, 22 fig. — L'auteur établit des abaques pour les différents cas de fondations soumises à des charges et à des moments de flexion simultanés et qui donnent les poussées et butées du sol et les contraintes sur la fondation. E. 1802 (◇).

185-16. Recherche au sujet de l'action de la gelée dans les terrains (Research on frost action in soils). HARDY (R. M.) [U. Alberta, Edmonton]; *Roads Bridges, Canada* (sept. 1946), n° 84, p. 74-76, 102. — Étude des raisons pour lesquelles des kilomètres de routes sont endommagés l'hiver et façon de construire les routes et les bâtiments sur des fondations résistant à la gelée. E. 1114.8-14902 (\*).

186-16. Soulèvement d'un bâtiment par congélation du terrain. MEYER (G.); *Tech. appl.* (janv.-fév.-mars 1947), n° 2,



p. 23-24, 2 fig. — Relation d'un accident survenu à une usine, comportant des chambres froides où la température s'abaissait jusqu'à  $-32^{\circ}$  et dont l'isolement est exécuté en parois de liège de 20 à 25 cm d'épaisseur. Au bout de huit ans de fonctionnement, se produisit un soulèvement des poteaux intérieurs dont la fondation descendait à 3 m sous le sol des chambres froides. Les poteaux furent repris en sous-couvre et un réchauffement du sol assuré par des galeries permettant la circulation de l'air extérieur. E. 1712 (◇).

187-16. Caissons pour piles de ponts foncés à la lance. *Constr. methods* (janv. 1947), 1 fig. — Article exposant un procédé de fonçage à la lance pour des caissons de piles de ponts dans le sable argileux. E. 1731 (◇).

188-16. Des piles de pont sont enfoncées par dragage d'un puits ouvert (Open-well dredging sinks river-piers). *Engng. News Rec.* (Mc Graw-Hill Digest) (juin 1947), p. 14. — Deux piles centrales d'un pont sur le Mississippi à Memphis ont pu être enfoncées à 30 m sous le niveau de l'eau par dragage de puits ouverts. A cet effet on a utilisé de l'eau sous pression de manière à désagréger l'argile. Les piles ont été mises à flot et amenées à leur emplacement, puis ont été foncées au travers d'un clayonnage lesté placé à la partie inférieure pour éviter des infiltrations d'eau par dessous. Les bords coupants du camion étaient assemblés au préalable avec 14 puits étanches de 2,40 m placés à l'intérieur. On coula du béton pour charger les camions. La pression d'air nécessaire à maintenir l'étanchéité des caissons à 30 m sous le niveau de l'eau était de 3 kg/cm<sup>2</sup>. E. 1308 (◇).

189-16. Nouvelle formule pour le calcul des pieux (A new piling formula). FABER (O.); *Instn. Civ. Engrs. J.* (mars 1947), p. 5-86, fig. — *Engineering* (14 fév. 1947), p. 156-157. — Rapport sur des essais et recherches poursuivis pendant 20 ans. Comme aucune des formules en usage ne peut être justifiée, l'auteur en a établi une nouvelle. E. 746, P. 63/13 (+).

190-16. Méthode statique de calcul de la limite de charge de pieux foncés (Eine statische methode zur Berechnung der Tragfähigkeit von Rammfählen). MAAG (E.); *Schweiz. Bauz. (26 juil. 1947)*, vol. 65, n° 30, p. 405-407, 7 fig. — Après avoir rappelé les méthodes de calcul classiques, l'auteur propose une détermination de la charge portante des pieux par la théorie de l'élasticité. Il étudie d'abord la pression admissible sous une bande de fondation puis, passant au cas des pieux, donne une formule pour le calcul de la charge admissible en terrain homogène. Il passe ensuite au cas de diverses couches géotechniques, puis discute les résultats, donne une courbe relative aux terrains homogènes et résume dans un tableau la marche du calcul dans un terrain formé de couches. E. 1486 (◇).

191-16. Etude expérimentale de la force portante d'un pieu foré. CAMBEFORT (H.); *Travaux* (juil. 1947), n° 153, p. 329-336, 11 fig. — Exposé d'un essai de charge d'un pieu spécial à la centrale de Genèvevillers. Ce pieu a été à plusieurs reprises enfoncé, arraché, puis enfoncé à nouveau jusqu'à une couche de gravier. Le pieu comportait des témoins sonores dans le fût et un vérin de pointe de manière à calculer le frottement latéral. E. 1243 (◇).

192-16. Etude expérimentale de la force portante d'un pieu foré (suite). CAMBEFORT (H.); *Travaux* (août 1947), n° 154, p. 377-382, 12 fig. — Dans la suite de cette étude, l'auteur examine le frottement global du pieu, celui des couches supérieures dans le mâchefer et la marne, celui de la couche inférieure dans le gravier. Il discute la valeur des formules théoriques et termine par des considérations sur le calcul des pieux. E. 1244 (◇).

193-16. Fondation des murs de soutènement sur pieux forés (Retaining walls constructed with bored piles). *Concr. Constr.* (fév. 1947), p. 61-63, fig. E. 838, P. 64/3 (+).

194-16. Moteurs Diesel allemands pour le fonçage des pieux (German portable Diesel pile-drivers); *Railw. Gaz.* (10 oct. 1947), p. 407, 5 fig. — Description sommaire et caractéristiques principales de deux types de moteurs Diesel construits en Allemagne pendant la guerre pour le fonctionnement des sonnettes. L'injection de carburant et la compression sont commandées par les mouvements alternatifs du mouton. Dans l'un des types, le mouton se déplace dans un cylindre d'acier, dans l'autre le mouton est apparent et guidé par deux glissières (◇).

195-16. Etude des fondations de turbo-générateurs (Turbine-generator foundation design). *Engng News Rec.*, U. S. A. (5 sept. 1946), n° 137, p. 104-108, fig. — Examen d'ensemble du problème des fondations de turbo-générateurs; qualités requises: résistance, durée, élimination aussi complète que possible des vibrations, dispositions facilitant le service, etc. Indications sur la construction des fondations en béton armé d'une installation. E. 1114.8-13947 (\*).

196-16. La construction des grands socles en béton pour les machines (The construction of large concrete bases for engines). *Concr. and Const. Engng* (oct. 1947), vol. 42, n° 10, p. 309-311, 5 fig. — On construit d'abord un radier très fortement armé et on laisse des fers en attente à la partie supérieure pour l'ancrage du socle proprement dit. Le socle est coulé en une seule fois. Indications sur le système de coffrage à utiliser. Dispositions à prendre pour éviter une élévation anormale de température au sein de la masse de béton. E. 1453 (◇).

197-16. Des pilotis de béton constituent des fondations de poteaux économiques (Concrete piles make economical tower footings). LUMMIS (J.) [Los Angeles, Cal]; *Electr. World*, U. S. A. (26 oct. 1946), n° 126, p. 57-59, fig. — Des pilotis de béton coulés sur place constituent des fondations suffisamment résistantes et permettent une utilisation optimum du matériel mécanique. Description d'une installation, avantages, prix de revient. E. 1114.8-14 002 (\*).

198-16. Etude analytique du tassement de l'ossature des constructions (The settlement analysis of building frames). MEYERHOF (G. G.); *Struct. Eng.* (sept. 1947), vol. 25, n° 9, p. 369-409, 21 fig., 17 réf. bibl. — Expression des moments et des forces qui s'appliquent aux ossatures rigides simples. Cas des ossatures complexes rigides et semi-rigides. Méthode de calcul approché. Application à quelques types de charpentes. Tables numériques et formules valables pour des structures caractéristiques. E. 1283 (◇).

199-16. Quelques emplois des sondeuses « Calyx » à grand diamètre pour la construction des barrages. OPPE-NEAU (M. T.); *Bull. Com. Franc. Grds Barr.* (avril 1947), n° 13, p. 6-21, 10 fig. — Description et fonctionnement des sondeuses type « Calyx » à grenaille d'un diamètre allant jusqu'à 91,5 cm. Emploi pour vérification du sous-sol ou construction de pieux de fondation. E. 1389 (◇).

200-16. L'emploi de la charge creuse dans les travaux miniers au rocher. *Rev. Industr. min.* (juin 1947). — Exposé des essais de charges creuses faites à Tooele (Utah, E. U.). Économie d'explosif jusqu'à 60 % E. 1674 (◇).

### Agrégats. Mortiers. Bétons.

201-16. Les agrégats, leur contrôle et leur utilisation rationnelle. DURIEZ (M.); *Monit. Trav. Publ. Bât.* (6 déc. 1947), n° 49, p. 7-11, 1 fig. — L'auteur définit ce que l'on désigne par le mot agrégat, il rappelle les appellations des diverses grosseurs d'agrégat, les méthodes de calibrage à l'aide de tamis et de passoirs (la correspondance de l'échelle arithmétique de leurs modules et de l'échelle logarithmique de leurs orifices), la composition des agrégats pour mortiers et bétons hydrauliques, pour mastics mortiers et bétons hydrocarbonés, pour béton d'argile. Il trace enfin un tableau comparatif des qualités respectives des différentes formes d'agrégat (cubes, plaquettes, aiguilles) et définit le coefficient volumétrique moyen d'un agrégat. E. 1774 (◇).

202-16. Liants et granulométrie. Le problème de l'agré-gation des matériaux granulés et les conceptions actuelles (fin). DURIEZ (M.); *Travaux* (juillet 1947), n° 153, p. 337-339, 2 fig. — Dans sa conclusion, l'auteur indique les facteurs qui influent sur la qualité des bétons hydrocarbonés et termine par un additif exposant de récents résultats de ses recherches sur les liants et la granulométrie. E. 1243 (◇).

203-16. Contributions à l'étude des mortiers pour les murs en briques. STEOPOE (D<sup>r</sup> A.) *Rev. Matér. Constr.* (juin 1947), édit. « C », n° 381, p. 245-246. — La première partie de l'article expose que les essais de mortiers coulés dans les moules métalliques ne correspondent pas aux conditions des joints des murs en briques du fait de l'absorption considérable de l'eau de gâchage par les briques et qu'il convient d'utiliser de nouvelles méthodes. E. 1226 (◇).

204-16. Contributions à l'étude des mortiers pour les murs en briques. STEOPOE (Dr A.); *Rev. Matér. Constr.* Édit. « C » (août-sept. 1947), n° 383-384, p. 311-314, 3 fig. — L'auteur essaie des mortiers d'une fluidité analogue à celle de la pratique; les éprouvettes de 4 x 4 x 15 cm sont fabriquées dans des moules dont la plaque de base est en plâtre; les mortiers de joints et d'enduit sont essayés sur des éprouvettes en forme de plaque. L'auteur évalue le « tassement dans œuvre ». E. 1458 (◇).

205-16. Essais sur la résistance des mortiers et bétons à l'eau de mer. Synthèse des résultats de 1934 à 1945. CAMPUS (F.); *Ann. Trav. publ. de Belg.* (août 1947), fasc. n° 4, p. 409-442, 7 fig. — Résultats d'essais d'éprouvettes et de cubes de béton immergés dans l'eau de mer. 840 éprouvettes et 189 tubes



de béton ont été exécutés en triple exemplaire, immergés respectivement dans l'eau de mer, l'eau potable et une solution de sulfate de magnésie cristallisé à 15 gr/l. On a employé dix ciments différents. Examens comparatifs à l'âge de 11 ans. Une note annexe présente quelques remarques sur l'analyse chimique des mortiers. E. 1481 (◇).

206-16. La construction en béton non armé (Mass-concrete construction). GRAF (O.); *Germany* (1943) [Berlin], 32 p. en allemand. E. 838, 64/32 (+).

207-16. Tableau pour l'estimation du coût et des quantités de matériaux constituant le béton (A chart for estimating the cost and quantities of materials for concrete). CHAPMAN (J. L.); *Concr. Constr. Engng* (fév. 1947), p. 64-65. E. 838, P. 64/14 (+)

208-16. Tableau pour évaluer la dépense et les quantités de matériaux nécessaires à l'exécution du béton (A chart for estimating the cost and quantities of materials for concrete). *Conc. Build. Conc. Prod.* (août 1947), vol. 22, n° 8, p. 109-111, 3 fig. — Les graphiques dont l'article donne la description permettent d'évaluer la dépense entraînée par la fabrication d'une certaine quantité de béton, compte tenu des pertes. La forme, la dimension ainsi que la manière d'assortir les matériaux ont une influence sur la dépense entraînée. Les graphiques sont établis suivant le degré de finesse des composants. L'article donne plusieurs exemples d'application et du mode d'emploi des graphiques reproduits. E. 1146 (◇).

209-16. Nomographie pour l'étude des différents mélanges de béton (Nomograph for design of various concrete mixes). SMITH (A. T.); *Concrete* [Chicago] (mars 1947), p. 9-10. — Basé sur le rapport eau-ciment et le volume absolu correspondant au poids. E. 838, P. 64/16 (+).

210-16. Effets de la présence d'alcalis dans le ciment de Portland sur la durabilité du béton (The effect of alkalies in Portland cement on the durability of concrete). U. S. Department of Highways : Laboratory report n° 75, Olympia (1944). — Le résultat des recherches montre que la détérioration de nombreuses constructions en béton est l'effet de réactions inopportunes entre l'agrégat et des ciments à haute teneur en alcalis. E. 838, 64/29 (+).

211-16. Etude de la composition du béton. Modification apportée à la méthode du module de finesse (Concrete mix design. A modification of the fineness modulus method). SWAYZE (M. A.) et GRUENWALD (E.); *Amer. Concr. Inst. J.* (mars 1947), p. 829-843. — L'étude de l'incorporation au béton de mélanges sable-gravier et sable-pierre concassée avec trois granulations maxima distinctes a montré que pour chaque type et chaque dimension de gros agrégat il existe une valeur constante du module de finesse pour tout mélange maigre ou riche si le ciment est compris dans la détermination du module. E. 838, P. 64/15 (+).

212-16. Réaction entre ciment et agrégats dans le béton (Cement-aggregate reaction in concrete). MC CONNELL (D.), MIELENZ (R. C.), HOLLAND (W. Y.) et GREENE (K. T.); *J. Amer. Concr. Inst.* (oct. 1947), vol. 19, n° 2, p. 93-127, 22 fig. — De nombreux ouvrages en béton ont subi des dégâts importants dus aux réactions entre certains agrégats et des ciments très alcalins. L'origine de ces dégradations a pu être identifiée par des recherches micro-chimiques. Les minéraux capables de donner ces réactions ont pu être identifiés. L'expansion et la fissuration du béton a été attribuée à la pression osmotique développée dans des gels de silicates alcalins produits par dissolution partielle d'éléments siliceux, pression qui dépasse 39 kg/cm². E. 1502 (◇).

213-16. Points essentiels du contrôle du béton sur les chantiers. BOLOMEY (J.); *Rev. Matér. Constr.* Ed. « C » (août-sept. 1947), n° 383-384, p. 303-305, 2 fig. — Exposé des méthodes permettant de déterminer le dosage exact du ciment par mètre cube de béton, la quantité d'eau de gâchage par mètre cube de béton au moyen de la densité de celui-ci, le contrôle de la résistance effective des bétons et le contrôle de la mise en œuvre et soins à donner au béton. E. 1458 (◇).

214-16. De la mesure de la facilité de mise en œuvre du béton par la méthode du facteur de compacité de Glanville (à suivre). BLONDIAU (L.); *Rev. Matér. Constr.* Ed. « C » (août-sept. 1947), n° 383-384, p. 323-326, 5 fig. — La workabilité du béton dépend de sa plasticité qu'il ne faut pas confondre avec la fluidité ou la cohésion. L'auteur expose dans cette première partie les différentes méthodes de mesure utilisées jusqu'ici. E. 1458 (◇).

215-16. De la mesure de la facilité de mise en œuvre du béton par la méthode du facteur de compacité de Glanville (suite). BLONDIAU (L.); *Rev. Mat. Const.* Ed. « C » (oct. 1947),

n° 385, p. 360-362, 3 fig. — L'auteur aborde la méthode de Glanville basée sur la détermination du rapport de la densité du béton partiellement compact à celle du béton complètement compact. Il expose le mode opératoire et le calcul du facteur de compacité. E. 1717 (◇).

216-16. Extensibilité et coefficient de rupture du béton (Extensibility and modulus of rupture of concrete). Discussion d'une note du professeur EVAN (R. H.); *Struct. Engr.* (déc. 1947), n° 12, p. 539-554, 5 fig. — La discussion de la note en fait ressortir l'intérêt : étude expérimentale des caractéristiques élastiques et plastiques du béton. L'auteur affirme la constance du module d'élasticité vis-à-vis des variations de l'effort de tension ou de pression. D'autre part, il assure que les caractéristiques du béton et du béton armé sont les mêmes : la plus grande extensibilité apparente du béton armé est due au développement de petites crevasses. L'auteur indique les méthodes employées, en particulier au sujet des extensomètres et des microscopes. E. 1790 (◇).

217-16. Le surfacage du béton : les enduits et le terrazzo (Concrete surface finishes, renderings and terrazzo). GRAY (W. S.) et CHILDE (H. L.); *Concr. Public. Ltd* (1943) [London], 2° édit., 138 p. E. 838, 64/33 (+).

218-16. Variation dans le temps de la résistance d'un béton. LAMAS (J. A. F.); *Bull. Com. Franç. Grds Barr.* (avril 1947), n° 13, p. 1-3, 1 fig. — Résultats des études de M. FERET sur les résistances des bétons jusqu'à l'âge de 15 ans. L'auteur a trouvé que la résistance à N jours s'obtient en multipliant la résistance à 7 jours par le coefficient (0,30 + 0,83 log N). La formule concorde avec l'expérience à 10 % près. E. 1389 (◇).

219-16. Elévation de température des bétons. MARTIN (J.); *Bull. Com. Franç. Grds Barr.* (avril 1947), n° 13, p. 4-5, 1 fig. — Résultats graphiques de température observés à l'aide de témoins sonores dans du béton frais d'un barrage du Massif Central. On observe un palier d'environ 2 heures. E. 1389 (◇).

220-16. Pression du béton plastique sur les coffrages (Pressure of plastic concrete in forms). MACKLIN (C.); *Concrete* [Chicago] (mars 1947), p. 7-9. — L'auteur recommande une formule à utiliser dans la pratique pour la construction des coffrages qui donne la valeur de la pression en fonction de la proportion de béton coulé. E. 838, P. 64/11 (+).

221-16. Chemisage absorbant pour coffrage de béton (Absorptive concrete form liner). *Concrete* [Chicago] (fév. 1947), p. 31. — Chemisage utilisé pour éliminer l'air qui se rassemble à la surface. Augmente la résistance des parements à l'abrasion, la résistance aux alternances de gel et dégel et détermine l'absorption de l'eau et la perméabilité. E. 746, P. 63/28 (+).

222-16. Béton prêt à l'emploi (Ready mixed concrete). *Highw. Bridges Aerod.* (oct. 1947), vol. 14, n° 695, p. 10-12. — On entend par « béton prêt à l'emploi » un béton livré aux chantiers préparé et prêt à être utilisé sans aucun autre traitement ultérieur. L'Amérique qui est le berceau de cette industrie possède 1 200 usines de préparation de béton. Elles sont groupées en une association très puissante. Environ 80 % du béton utilisé aux U. S. A., provient de cette source. La note expose les avantages de ce procédé : sécurité d'un contrôle précis, économie de main-d'œuvre, économie d'encombrement, moins de pertes de matériaux. Après cet examen, la note passe en revue les conditions d'installation d'usines analogues, emplacement, capitaux à engager, débouchés. E. 1499 (◇).

223-16. Le transport du béton par dump-trucks (Transporting concrete in dump-trucks). NICHOLSON (J. A.); *Engng News Rec.* (6 février 1947), p. 73-75, fig. — Nouveaux perfectionnements dans le transport du béton préparé à l'avance avec entraînement d'air. E. 530, P. 61/20 (+).

224-16. Protection du béton pendant la prise (Membrane curing of concrete). *Engng. News Rec.* (Mc Graw-Hill Digest) (juin 1947), p. 44. — Bien que l'utilisation de membranes ait été jugée satisfaisante comme résultats, beaucoup de spécialistes ont estimé que du papier ou une natte donnait de meilleurs résultats. Ces deux produits constituent une protection définitive et permettent une addition d'eau pendant la période de prise du béton. E. 1308 (◇).

225-16. Nouvelles méthodes pour construire et colorer les bâtiments (New methods of constructing and colouring houses). *Country Life* (4 avril 1947), p. 609. *Builder* (4 avril 1947), p. 318-319, fig. — Détails sur un nouveau système de coffrage permettant le surfacage intérieur et extérieur du même temps que la coulée de béton. Cette méthode est connue sous le nom de « surfacage coulé ». E. 838, P. 64/43 (+).



226-16. **Réchauffage du béton par** — 17° (Warm concrete at 0°F). *Const. Methods* (Mc Graw-Hill Digest) (juin 1947), p. 42. — Malgré l'hiver on a pu remplir des moules pour exécuter les parois minces d'un silo en béton chez A. H. NEUMANN et frères. Des réchauffeurs à palette actionnés par des moteurs placés directement sur les moules insufflaient de l'air chaud à l'intérieur d'une enceinte garnie de toiles et maintenaient une température de 7 à 8° C ou plus, bien qu'il gelât extérieurement. La toile, fixée sur des lattes de bois, entourait complètement les moules ainsi que l'échafaudage protégeant le béton et les ouvriers. La toile s'étendait au-dessus des moules et pouvait recouvrir le dessus des murs pour assurer leur protection. E. 1308 (◇).

227-16. **Effet de la présence, du plâtre dans le ciment, et d'autres facteurs sur le retrait de prismes en béton** (Effect of gypsum content and other factors on shrinking of concrete prisms). PICKETT (G.); *J. Amer. Conc. Inst.* (oct. 1947), vol. 19, n° 2, p. 149-175, 12 fig., 4 réf. bibl. — Méthode expérimentale caractérisée par le fait que les prismes ne peuvent sécher que d'un côté. Pour chaque ciment il y a une proportion optimum de plâtre correspondant à la perte de poids minimum, une autre proportion correspondant au raccourcissement minimum et une troisième pour la déformation minimum. Il n'a pas été déterminé s'il y a aussi une proportion correspondant aux risques minima de fissuration. Le taux d'hydratation au cours des premières heures a une influence sur le retrait subséquent. E. 1502 (◇).

228-16. **Le béton aéré.** *Génie civ.* (1<sup>er</sup> nov. 1947), t. 124, n° 21, p. 417-418. — Le béton aéré renferme plus de 1 % d'air en volume obtenu par un mélange de Portland artificiel et naturel; il a une moindre résistance mécanique, mais présente des avantages au point de vue gélivité, ségrégation, plasticité, maniabilité. Additionnés au clinker avant broyage, divers produits (résine Vinsol, Darex, Pozzolith, résines végétales, matières grasses hydrocarbures sulfonés) produisent le même phénomène. Conditions optima d'exécution. E. 1523 (◇).

229-16. **Béton à entraînement d'air pour la construction des revêtements des ponts** (Air-entraining concrete for pavements and bridges). *Roads Bridges* [Canada] (sept. 1946), n° 84, p. 72-73, 107-114, 124-126. — Exposé complet des procédés employés et des résultats obtenus dans différents cas. E. 1114.8-14910 (★).

230-16. **Le béton à incorporation d'air** (Air entrainment in concrete). WUERPEL (C. E.); *Chem. Engng.* (fév. 1947), p. 272-274. — On introduit dans le ciment ou dans la bétonnière une matière saponifiable telle que la résine de pin, des huiles ou des graisses. L'air incorporé accroît la résistance au gel du béton. E. 746, P. 63/31 (\*).

231-16. **Les dalles en béton léger utilisées en Allemagne** (Lightweight concrete slabs in Germany). *Conc. Build. Conc. Prod.* (sept. 1947), vol. 22, n° 9, p. 127-131. — La fabrication de dalles en béton léger se fait en Allemagne sur une grande échelle par la méthode de l'eau oxygénée; la fabrication s'achève par chauffage à 170° sous une pression de 8 atmosphères; les cavités obtenues dans le béton sont plus grandes et plus uniformes que par emploi de la poudre d'aluminium. E. 1147 (◇).

232-16. **Maisons sans bois** (Non-timber houses). ROSE (G. A.); *Builder* (27 déc. 1946), p. 678, fig. — Élévation et plan d'une maison construite suivant un système où le béton armé léger remplace le bois dans l'ossature. E. 106, P. 57/92 (\*).

233-16. **Béton de briques concassées et de gravois. Considération sur la technologie du béton** (Ziegelsplitt- und Trümmerschüttbeton). HUMMEL (A.); *Technik, Dtsch.* (juil. 1946), n° 1, p. 21-29, fig. — Étude technologique du béton de briques concassées démontrant que les hésitations à employer ce matériau ne sont nullement fondées. Il s'agit au contraire d'un matériau de construction pouvant s'adapter à un domaine d'applications étendu et qui, correctement dosé, peut présenter des qualités insoupçonnées par beaucoup d'entrepreneurs. E. 1114.8-13992 (★).

234-16. **Emploi du béton sans éléments fins dans la construction des habitations.** PARKER (D.); *Entrep. Usine Mod.* (20 déc. 1947), n° 131, p. 3-5, 2 fig. — Exposé de l'utilisation en Angleterre de béton dont l'agrégat est du gravillon passant au tamis de 5 à 15 mm; on l'emploie pour la construction de murs banchés. — Description des coffrages type « Wimpey » dont le platelage est en métal déployé, aucun pilonnage n'est nécessaire. Ce béton est léger. E. 1837 (◇).

#### Maçonneries.

235-16. **Restauration des maçonneries** (Restoration of masonry). *Build. Rev. Stat.* (1946), 6 p. — Examen des méthodes de réparation à utiliser en cas de : 1° déplacement de blocs par

souffle ou ébranlement du sol; 2° effritement et fissures dues au feu; 3° éraflures et cavités produites par bombes ou éclats d'obus. E. 646, 62/67 (\*).

236-16. **La résistance mécanique des maçonneries.** FERET (L.) et CAEN (F.); *Circ. Inst. Techn. B. T. P.* (5 oct. 1947), série I, n° 37, 19 p., 19 fig. — Les auteurs exposent les essais faits aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux publics sur des piles en maçonnerie de moellons calcaires et des piles de briques pleines. Les briques ont été hourdées avec des mortiers dont le dosage variait de 100 kg à 1 000 kg de liant par mètre cube de sable. Étude des résultats et de l'influence du dosage du mortier et de l'épaisseur des joints. E. 1749 (◇).

237-16. **Comment éviter les fissures dans les panneaux enduits de ciment** (Crack control in Portland cement plaster panels). HALL (B. A.); *J. Amer. Conc. Inst.* (oct. 1947), vol. 19, n° 2, p. 129-140, 8 fig. — Les fissures qui se manifestent dans les enduits de ciment sont dues au retrait inévitable; pour éviter les fissures, il faut que le retrait puisse se faire librement aux bords; il convient en outre d'appliquer l'enduit en plusieurs couches, à 24 heures d'intervalle. E. 1502 (◇).

238-16. **Un « terrazo » est-il de mauvaise qualité parce qu'il contient une certaine proportion de Mg. Cl. libre ?** *Rev. Matér. Constr. Éd. « C »* (août-sept. 1947), n° 383-384, p. 338-340. — Après étude de l'influence du chlorure de magnésium libre dans le terrazo, l'auteur conclut que la proportion de ce chlorure ne doit pas dépasser 20 % dans un produit durci et exempt d'humidité. E. 1458 (◇).

#### Béton armé.

239-16. **Manuel pour les calculateurs du béton armé** (Reinforced concrete designers' handbook). REYNOLDS (C. E.); 3<sup>e</sup> éd., [London], *Concrete Publ.*, 1945 (24 × 17), xiv-320 p., 54 fig. — Traité de résistance des matériaux appliqué au calcul des constructions en béton armé. 1<sup>o</sup> traité des problèmes généraux; 2<sup>o</sup> tables de calcul et exemples. E. 1114.8-13984 (★).

240-16. **L'Union Soviétique utilise de nouvelles techniques de construction** (Soviet Union develops new building techniques). *Engng News-Rec.* [E. U] (16 mai 1946), n° 20, p. 88-91, 4 fig. — Exposé de la nouvelle théorie de construction du béton armé, adoptée par l'U. R. S. S., vers 1936, permettant une économie d'environ 10 % d'acier par rapport à la méthode américaine. Méthodes diverses de construction du béton pendant l'hiver. Mode d'établissement de voûtes en briques résistant aux tremblements de terre. E. 1297.

241-16. **Fluage et retrait dans les ossatures en béton armé** (Creep and shrinkage in reinforced concrete structures). SEED (H. B.); *Engineering* (26 sept. 1947), vol. 164, n° 42, p. 309-311, 5 fig. — Étude comparative des méthodes de calcul du fluage et du retrait. Leur application permet non seulement une discrimination plus exacte des contraintes et des flèches après 1 an d'âge, mais encore un emploi plus économique du béton (◇).

242-16. **Norme de l'American Concrete Institute (A. C. I.). Code des spécifications pour les constructions en béton armé** (A. C. I. 318-47) (A. C. I. Standard-Building Code requirement for reinforced concrete) (A. C. I. 318-47). *J. Amer. Conc. Inst.* (sept. 1947), vol. 19, n° 1, p. 1-64. — Qualité du béton. Contraintes admissibles. Mélange. Mise en place. Traitement du béton et protection par temps froid. Coffrages. Préparation et mise en place des armatures. Joints. Notation, hypothèses, surcharges. Travail des pièces à la flexion. Cisaillement. Adhérence et ancrage. Dalles. Piliers et murs. Fondations. E. 1414 (◇).

243-16. **Essais exigés pour les produits en béton** (Test requirements for concrete products). *Conc. Build. Conc. Prod.* (nov. 1947), vol. 22, n° 11, p. 161-163. — La note en question se réfère aux données recommandées par le Standard Britannique en ce qui concerne les produits en béton armé et rappelle, pour une série de produits désignés par leur numéro dans le catalogue des standards, les essais que ces produits doivent subir avant d'être utilisés en construction. La note, qui n'est qu'un début d'étude devant se poursuivre, étudie principalement les essais relatifs aux blocs pour cloisonnages, aux blocs pleins, à ceux pour murs extérieurs, et aux briques, et en donne le détail. E. 1530 (◇).

244-16. **Comparaison de l'efficacité d'adhérence des aciers crénelés pour béton armé.** CLARCK (A.); *R. P.* 1753 (déc. 1946), vol. 37. — Traduction d'un fragment du *Journal des Recherches du Bureau National des Prototypes*, et relatif à la détermination de la résistance au glissement de 17 modèles différents de barres d'acier crénelées. Mode opératoire. Résultats et discussion des essais. E. 1446 (◇).



245-16. **Avantages de l'acier à haute résistance pour les armatures du béton** (Advantages of high strength steel as reinforcement for concrete). MENSCH (L. J.) [Chicago, Ill.; *Engng J. Canada* (avril 1946), n° 29, p. 234-239, 246. — Historique. Applications empiriques. État actuel des essais. Formules et tables des moments. Tableaux de renforcements. E. 1114.8-13996 (\*).

## Béton précontraint.

246-16. **Le béton précontraint** (Precompressed concrete design). CARRIÈRE (J. P.) [City of Hull, Québec; *Engng J. Canada* (août 1946), n° 29, p. 462-469, fig. graph. — Exposé de la théorie fondamentale des constructions en béton précontraint. Examen de quelques-unes de ses applications pratiques et de l'équipement utilisé dans les travaux en béton précontraint. Discussions et réponses de l'auteur. Bib., E. 1114.8-13985 (\*).

247-16. **Béton précontraint** (Pre-stressed concrete); *Build. Res. Stat.* (oct. 1947). Department of Scientific and industrial research. Library Bibliography, n° 65 n. 58 réf., 13 brevets. E. 1765 (◇).

248-16. **Le cisaillement et la déformation des poutres en béton armé précontraint** (Shear and deflection in prestressed reinforced concrete beams). BAKER (A. I. L.); *Conc. and Constr. Engng* (sept. 1947), vol. 42, n° 9, p. 267-269, 1 fig. — Expression de l'effort de cisaillement; inclinaison à donner aux armatures. Expression de la flèche en un point. E. 1261 (◇).

249-16. **Recherches expérimentales sur certaines propriétés mécaniques des aciers spéciaux utilisés en béton précontraint**. WETS (C.) et PADUART (A.); *Techn. Trav.* (juil.-août 1947), n° 7-8, p. 213-219, 3 fig. — Étude du phénomène du fluage des aciers à haute résistance soumis à des contraintes élevées dans le béton précontraint et dont on ne connaît pas encore les variations de vitesse avec le temps. E. 1293 (◇).

250-16. **Les ponts en béton précontraint** (Pre-tressed concrete bridges). HARRIS (A. J.); *Conc. and Constr. Engng* (nov. 1947, vol. 42, n° 11, p. 327-331, 4 fig. — Diverses méthodes d'utilisation des éléments précontraints dans la construction des ponts. Caractéristiques du béton précontraint. Cas particuliers: ponts de petites dimensions avec poutres préfabriquées, poutres à plaques reposant sur des longerons, ponts à poutres caisson d'une seule portée, poutres avec voûtes en béton précontraint. Tous les exemples énumérés se réfèrent à des constructions faites récemment en France. E. 1667 (◇).

## Travail du bois.

251-16. **L'utilisation de la charpente en bois dans la construction des bâtiments** (The structural use of timber in buildings). *Brit. Stand. Code of Pract.* (oct. 1947), Code 112, 84 p., 11 fig. — Cette brochure se réfère à l'emploi de la charpente en bois dans la construction. Elle est divisée en huit chapitres ayant trait aux points suivants: généralités (but, définitions, nomenclature); matériaux (genres de charpentes). Considérations relatives aux projets (dimensions, efforts de flexion, compression, traction, assemblages). Montage à l'atelier, montage sur place, essais, entretien, utilisation de bois, contreplaqué (efforts dans les différentes fibres, dimensions, dimensions des solives, poutres). Des tables annexées au nombre de 39 se réfèrent aux dimensions, efforts, moments d'inertie, etc. E. 1452 (◇).

252-16. **La pratique moderne européenne favorise l'emploi économique des constructions en bois**. STERN; *Civ. Engr.* (avril 1947), n° 174, p. 35-39. — La pénurie d'acier pour la construction pendant la guerre aboutit à la réalisation de progrès dans la construction en bois. L'auteur cite les poutres composées en bois à âme pleine clouée, la construction en contreplaqué collé, etc... Exposé des résultats des essais pour déterminer la répartition des efforts. De nombreuses figures montrent des réalisations telles que poutre en bois clouée de 26 m de portée, structure semimonoque en bois pour toits en terrasses, abri sur colonnes en T contreplaquées, cintres. La plupart des récents progrès réalisés dans la construction en bois ont pris naissance en Suisse. E. 1465, p. 258 (O).

253-16. **Résistance des assemblages en bois**. STÜSSI (F.); *Schweiz. Bauztg* (12 juil. 1947), n° 28, 1 p. — Cet article analyse un rapport danois sur la résistance d'assemblages de bois réalisés avec des boulons et ferrures diverses. E. 1501 (◇).

254-16. **Les bases de la construction moderne en bois** (Ueber Grundlagen des Ingenieurholzbaues). STÜSSI (F.); *Schweiz. Bauztg* (14 juil. 1947), n° 24, p. 313-318, 17 fig. — Étude de la résistance et de l'élasticité du bois. Description d'appareils

d'essais. Interprétation des déformations. Les assemblages en bois et leur comportement. E. 1723, p. 298 (O).

255-16. **Estacade en poutres de bois** (Trestle has laminated members). *Railw Engng. Maint.* (juin 1947), p. 579, 3 fig. — Construction dans un but expérimental d'une estacade sur pilotis, supportant une voie unique ballastée dans une région désertique de la Californie près de Durmid. Étude des conditions d'entretien et des caractéristiques de résistance, en fonction des méthodes employées dans la construction et des moyens de préservation des bois. E. 1465, p. 258 (O).

## Travail des métaux.

256-16. **Code standard pratique de construction des immeubles et des ponts en acier aux Etats-Unis**. *Am. Inst. of Steel Constr.* (O. T. U. A., 1946), 19 p. — Traduction par l'O. T. U. A. du Code pratique américain de construction métallique où sont examinés successivement la classification des aciers, l'établissement des factures, les dessins et spécifications, les règles relatives au métal en stock, l'inspection et la livraison, les conditions de montage, les retards dans l'exécution des travaux, les travaux supplémentaires, les soumissions et les contrats. E. 1552 (◇).

257-16. **Instructions pour le calcul, l'exécution et le montage des constructions métalliques**. *Ass. fra i costr. in acciaio ital.* (2<sup>e</sup> semestre 1945), 77 p. — Traduction par l'O. T. U. A. des nouvelles instructions italiennes pour les constructions métalliques autres que les ponts de chemin de fer, lignes électriques, conduites d'eau, grues et véhicules. Ces règles définissent l'action de la neige et du vent, les surcharges à prendre en compte, les qualités des matériaux, les contraintes admissibles et règles de calcul, le calcul du flambement, puis le mode d'établissement des projets, les assemblages, les modalités d'exécution, le montage et les épreuves. En annexes sont donnés des tableaux relatifs à l'action du vent, aux assemblages, aux poids unitaires des divers matériaux, à diverses charges permanentes aux coefficients de flambement. E. 1551 (◇).

258-16. **Spécifications pour les projets, la fabrication et le montage des constructions et bâtiments métalliques de « l'American Institute of Steel Construction »** (A. I. S. C.) (févr. 1948). — Traduction par l'O. T. U. A. (1946), 44 p. — Ces spécifications nouvelles classent d'abord, les constructions suivant trois types en fonction du degré d'encastrement des cadres formés par les poutres et leurs supports et donnent quelques prescriptions administratives sur la présentation des dessins et notes de calcul, les charges et surcharges, l'emploi de la soudure, des boulons et rivets, etc. La première partie rappelle les spécifications standard à appliquer aux matériaux. La deuxième partie étudie les charges et efforts, les majorations pour chocs, les efforts alternés, les efforts combinés, les poutres mixtes acier-béton. La troisième partie spécifie les contraintes admissibles pour les divers efforts. La quatrième partie indique les détails de calcul et de disposition des divers éléments des constructions, des assemblages rivés, boulonnés ou soudés. La cinquième partie est consacrée aux spécifications relatives à l'usinage et au montage. En annexe l'O. T. U. A. rappelle les caractéristiques de divers aciers de construction. E. 1553 (◇).

259-16. **Code britannique de la construction métallique de bâtiments**. Publié par *Brit. Stand. Inst.* (sept. 1946). Traduction O. T. U. A. (1947), 83 p. — Qualités d'acier à employer. Établissement des projets, calculs, plans et dessins, contraintes admissibles le calcul au flambement et à la flexion composée, au cisaillement, l'efficacité de diverses protections contre l'incendie, etc. Un tableau général résume les diverses spécifications. Constructions rivetées et boulonnées des diverses spécifications du code, application à ce type de construction. On trouve en annexe les caractéristiques des aciers et des croquis explicatifs relatifs aux longueurs effectives des pièces sujettes au flambement. E. 1561 (◇).

260-16. **Etude des modifications apportées au règlement des Etats-Unis sur la construction métallique** (Steel building code changes analysed). HIGGINS; *Engng News Rec.* (17 oct. 1946), p. 127-131, 4 fig. — Adjonction des normes sur la soudure à l'arc. Utilisation dans certaines conditions des éléments comprimés et des poutres à âme mince. Augmentation des efforts admissibles pour poutres continues. E. 1465, p. 258 (O).

261-16. **Examens d'éléments en tôle minces de charpentes de bâtiments au point de vue de leur résistance dans le temps** (Rapport du Laboratoire d'essais de Pittsburgh). ELLIS (A. R.); *O. T. U. A.* (1946), 8 p. — La nouvelle utilisation



de l'acier sous la forme d'éléments légers de charpente a nécessité la réalisation des essais de durée. Le rapport expose comment ces examens ont été faits et quels en ont été les résultats. Il procède à l'examen critique de ces résultats et résume les conclusions pratiques que l'on peut en tirer. E. 1558 (◇).

262-16. **Utilisation combinée de dalles en béton et de poutres en acier de construction** (Combined action of concrete slabs and supporting structural steel beams). MANNING (R. C.); *Engng J.* [Canada] (mars 1946), n° 29, p. 149-153, fig. — Étude de résistance du béton pour la construction des charpentes de bâtiments. Calculs. On préconise des dalles toutes faites. E. 1114. 8-14000 (\*).

263-16. **Le système de construction Blackburn avec des poutres en T** (The Blackburn tee beam system of construction). BLACKBURN (J.); *Build. Industries* (mars 1947), p. 48-51, fig. — Ce système permet la construction de structures à ossature en béton armé sans employer d'étais en bois et évite la mise en œuvre de matériaux devenus rares. E. 746, P. 63/37 (+).

264-16. **Bâtiment à charpente soudée conçue pour de lourdes charges** (Welded frame building designed for heavy loads). *Engng. News-Rec.* (14 nov. 1946), p. 98-99, 5 fig. — Construction d'un bâtiment industriel à trois étages dont les planchers peuvent supporter 2 t par mètre carré. E. 1465, p. 258 (◇).

### Soudure.

265-16. **Tendances nouvelles en construction soudée** (New trends in structural welding). BONDY (O.); *Struct. Engr.* (nov. 1947), vol. 25, n° 11, p. 462-481, 5 fig. 9 réf. bibl. — Perfectionnements récents réalisés en Angleterre dans la construction soudée. Formation des techniciens comparée à la méthode allemande. Technique du soudage, matériaux utilisés, recherches relatives à cette technique. Structures soudées. Contraintes, petit nombre d'accidents. Utilisation des alliages légers. Application au béton armé. Économie de métal. Exemples de ponts soudés. E. 1666 (◇).

266-16. **Les constructions métalliques en acier du type rivé et du type soudé. Réalisation, difficultés, idées actuelles.** SEIGLE (J.); *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 145-152, 13 fig. — Exposé des principaux types de soudure, d'exemples divers de constructions rivées et soudées, de la recherche de l'allègement et des moyens de le réaliser, des qualités et nuances d'acier pour la construction métallique. E. 1731 (◇).

267-16. **Soudure des aciers de construction à haute résistance avec des électrodes ferritiques** (Welding of high-strength constructional steels with ferritic electrodes). HERRERES et WOOD WARD; *Weld. J.* (oct. 1946), n° 25, p. 646-658. — Discussion accompagnée de figures sur les aciers, les électrodes ferritiques et les procédés de soudure convenant pour la fabrication de structures ayant une limite élastique minimum de 63 à 105 kg/mm<sup>2</sup>. E. 1465, p. 260 (◇).

268-16. **Soudabilité de l'acier** (Weldability of steel). SEYR (M.); *Metal Progr.*, U. S. A. (fév. 1944), n° 45, p. 298-304, 316. — Revue des différents facteurs influant sur la soudabilité. Formation des crises. Essais de flexion des soudures. Différences existant entre l'exécution d'un simple joint soudé et le soudage d'un ensemble. E. 1114.8-13689 (\*).

269-16. **Les tensions de retrait et la résistance à la fatigue des joints de poutrelles soudés** (Schrumpfspannungen und Dauerfestigkeit geschweisster Trägerstöße). STÜSSI (F.) et KOLLBRUNNER (C. F.); *Mitt. über Forsch. u. Konstr. im Stahlbau* (mai 1946), fasc. n° 4, 47 p., 51 fig., 13 réf. bibl. — I. Énoncé du problème et résultats d'essais (STÜSSI). L'auteur, après avoir rappelé que les tensions de retrait sont une caractéristique des joints soudés, indique que ce n'est qu'au cours de ces dernières années qu'on a été amené à examiner l'influence des tensions de retrait sur la résistance à la fatigue. Ces essais qualitatifs prouvent indubitablement l'influence, parfois très grande, de ces tensions et montrent que l'ordre de succession des opérations de soudure n'est pas indifférent. — II. Les questions de réalisation (KOLLBRUNNER). Description du dispositif d'essai et conduite des opérations. Les résultats de l'examen métallographique des cassures ont révélé que le métal d'apport et le métal de base étaient en général parfaitement combinés, mais que la cassure partait toujours d'un défaut plus ou moins important. Toutes les cassures présentaient l'aspect caractéristique de la cassure de fatigue. E. 1778 (◇).

270-16. **La résistance et la sécurité des joints soudés** (Strength and safety of welded joints). ROS (M.); *Welding* (mars 1947), p. 125-131, fig. — Résultats et conclusions d'essais portant sur douze années en Suisse. E. 746, P. 63/12 (+).

271-16. **Tensions thermiques dans des constructions métalliques** (Temperature strains in structural members). BALDWIN (T.), et COWBURN (J. O.); *Engineering*, G. B. (20 sept. 1946), p. 162, 265-267, fig. — Compte rendu d'une recherche tendant à déterminer les causes de la rupture des joints soudés entre les pieds de toitures métalliques en cintre et les poutrelles longitudinales d'appui. Méthode de calcul utilisée pour la détermination des contraintes différentielles, survenant dans les assemblages. Assez bonne concordance entre les résultats théoriques et l'observation expérimentale. E. 1114.8-13952 (\*).

272-16. **Le soudage d'un réservoir prototype de 3 500 m<sup>3</sup>. Système Cagnot.** GERBEAUX; *Bull. Ass. Franç. Techn. Pétrole* (1<sup>er</sup> août 1946), n° 58, p. 55-68. — Caractéristiques de l'ouvrage. Préparation des travaux. Réception des matériaux. Développement des travaux. Essais de réception. E. 1114.8-13697 (\*).

273-16. **La pratique de la soudure du plomb. Quelques suggestions utiles pour la soudure des feuilles et des tuyaux de plomb** (Lead welding practices some helpful suggestions for welding lead sheet and pipe). *Plumb. Heat. Journal* (août 1947), vol. 118, n° 8, p. 68, 72 et 129, 11 fig. — La note a pour objet de donner des indications d'ordre pratique sur la soudure du plomb à l'oxyacétylène; la technique est différente de celle de l'acier et de l'aluminium. L'article passe en revue les propriétés du plomb et ses alliages et décrit la préparation de la surface et les outils utilisés à cet effet; des croquis donnent les renseignements concernant les différents joints et la manière de régler la flamme ainsi que sa position. L'article se poursuit par l'examen de la soudure des tuyaux, des feuilles, la soudure verticale, et se termine par l'examen des mesures de sécurité à adopter pendant le travail. E. 1281 (◇).

274-16. **Manuel du soudage par résistance** (Resistance welding handbook). *Philips Lamps Ltd* (1947) [London], 210 p. — Les différents types de machines utilisées pour le soudage par résistance : par points, par projection, par couture; les pistolets, le soudage par manchon et le soudage bout à bout. Les applications à différents métaux. Équipement auxiliaire. E. 838, 64/12 (+).

275-16. **Causes de la fissuration des soudures. Comment l'éviter** (Factors affecting weld cracking and how to overcome such conditions). STRINGHAM (L. K.) [Cleveland, Ohio]; *Weld. J.*, U. S. A. (mai 1946), n° 25, p. 440-441, 11 fig. — Étude de l'influence de la composition du métal, de la forme du cordon, du type des électrodes, des courants utilisés, de la rigidité des pièces à souder sur la fissuration des soudures effectuées à l'arc. E. 1114. 8-13694 (\*).

276-16. **Contribution à la détermination des temps à allouer dans le soudage à l'arc.** BIAIS (R.); *Bull. Bur. Temps Elem.* (B. T. E.) (1946), n° 1, p. 23-30, 3 fig. — Description de la méthode utilisée pour la détermination des temps élémentaires à allouer pour déposer 1 cm<sup>3</sup> de métal par soudage à l'arc en position à plat : processus d'exécution, relevé des chronométrages, corrections apportées et temps effectifs à allouer. E. 1083 (◇).

### Couverture. Étanchéité.

277-16. **Couverture préfabriquée en zinc.** GRUNBERG (M.); *Techn. Mod. Constr.* (juin 1947), t. 2, n° 3, p. 91-92, 6 fig. — Description d'un procédé de préfabrication permettant de réduire au minimum le travail sur le toit. E. 1181 (◇).

278-16. **Essais aux intempéries sur les matériaux de couverture en amiante-ciment** (Weathering tests on asbestos-cement roofing materials). *Build. Res. Stat.*; *Techn. Paper* n° 29 (1947) [London] (H. M. S. O.), 38 p. — Résultats des essais aux intempéries, normaux et accélérés. E. 838. 64/24 (+).

279-16. **Application des méthodes d'étanchéité.** PAPILON (J.); *Archit. franç.* (oct.-nov. 1945), n° 6, p. 68. — Principes dictés par l'expérience pour assurer l'étanchéité dans le bâtiment et les travaux publics. E. 1114.8-14829 (\*).

280-16. **Renseignements pratiques pour l'isolation thermique des toitures.** GRUZELLE (R.); *Const. Mod.* (Août 1947), n° 28, p. 887-889, 1 fig. — Examen de la constitution des divers types de couvertures : en tuile sans sous-toiture, avec sous-toiture type MINANGUY-POYET; en ardoise; en éléments métalliques; toiture-terrasse avec isolation : en plafond, sous et sur la chape de pente, par la chape de pente et sur l'étanchéité. Indication pour chacun d'eux des résistances thermiques des matériaux et des coefficients de transmission de la couverture. E. 1180 (◇).



281-16. Règles techniques pratiques pour l'industrie de l'étanchéité (Trade practice rules drawn for waterproofing industry). *Concrete* [Chicago] (oct. 1946). — Promulguées par la Commission Syndicale Fédérale. E. 106. P. 57/59. (+)

282-16. Rapport du comité D-8 sur les matériaux bitumineux utilisés pour l'étanchéité et pour les couvertures (Report of committee D-8 on bituminous waterproofing and roofing materials). *Am. Soc. for testing mater.* [Philadelphie] (1946), 4 p. E. 106, 57/53 (+).

283-16. L'étanchéité dans la construction. DURIEZ; *Monit. Trav. Publ. Bât.* (30 août 1947), n° 35, p. 1-3. — L'article a trait aux compounds que l'on peut obtenir avec des matériaux durs granulé et un liant hydrocarboné. Le conférencier a parlé plus particulièrement des mastics, des mortiers et des bétons asphaltiques compacts et étanches qui peuvent être obtenus, et expose les caractères intrinsèques des liants de base goudronneux et bitumineux. E. 1159 (◇).

284-16. L'étanchéité dans la construction (suite). DURIEZ; *Monit. Trav. Publ. Bât.* (6 sept. 1947), n° 36, p. 5. — L'auteur passe à l'étude des liants mixtes : goudron-bitume et bitume-goudron, dont la stabilité est assurée si les huiles du bitume ne font pas flocculer les résines du goudron, et pour lesquels il ne faut pas utiliser de cut-backs. Il examine les caractéristiques intrinsèques des liants utilisés (susceptibilité, cohésion interne, rigidité, fragilité). Il traite de l'ossature des mastics, de l'enrobage des fillers, de leur analyse granulométrique par sédimentation et de celle des sables et gravillons au tamis. E. 1255 (◇).

285-16. L'étanchéité dans la construction (suite). DURIEZ; *Monit. Trav. Publ. Bât.* (20 sept. 1947), n° 38, p. 5. — L'auteur expose les modes de représentation de la granulométrie, puis étudie la compacité du béton. E. 1280 (◇).

286-16. L'étanchéité dans la construction (suite). DURIEZ; *Monit. Trav. Publ. Bât.* (27 sept. 1947), n° 39, p. 9-12, 4 fig. — Étude rationnelle des mélanges granulométriques. E. 1304 (◇).

287-16. L'étanchéité dans la construction (suite). DURIEZ; *Monit. Trav. Publ. Bât.* (4 oct. 1947), n° 40, p. 6. — Étude des facteurs qui interviennent et en particulier de la nature de l'agrégat minéral, propriétés des divers minéraux. E. 1395 (◇).

288-16. L'étanchéité dans la construction (suite). DURIEZ; *Mon. Trav. Publ. Bât.* (1<sup>er</sup> nov. 1947), n° 44, p. 7-9, 1 fig. — L'auteur étudie les mortiers et bétons pleins, la différence de comportement entre bétons pleins maigres et bétons pleins riches, les facteurs influant sur la porosité, la capillarité, la perméabilité et le gonflement à l'eau des bétons hydrocarbonés, la stabilité mécanique des mortiers et des bétons, le frottement interne des compounds, puis la viscosité des mortiers et bétons hydrocarbonés, la teneur en liant et le pourcentage de vide résiduel et enfin l'adhésivité, ses déficiences et ses remèdes. E. 1484 (◇).

289-16. L'étanchéité dans la construction (suite). DURIEZ; *Monit. Trav. Publ. Bât.* (22 nov. 1947), n° 47, p. 3-7, 2 fig. — Mortiers et bétons hydrocarbonés, continus et discontinus. Teneur en liant optimum. Influence des éléments fins. Différence de préparation suivant les techniques et la destination des revêtements. E. 1719 (◇).

290-16. Etanchéité des toitures-terrasses. GRUZELLE (R.); *Constr. mod., Fr.* (juin 1946), n° 42, p. 443-445. — Mise en œuvre des divers revêtements utilisés sur toitures-terrasses : asphalte coulé, revêtements multicouches (par chape souple, par feutres bitumés, par enduit plastique, par ciment volcanique) et émulsions. Protection et entretien des revêtements. E. 1114-8-14828 (\*).

291-16. L'étanchéité des toitures-terrasses. *Oeuvres et Mémoires d'œuvre* (juil. 1947), n° 8, p. 71-74, 4 fig. — Étude de quatre systèmes d'étanchéité des toitures-terrasses : a) étanchéité multicouche à base de « bitume armé » ; b) étanchéité multicouche par « ciment volcanique » ; c) étanchéité multicouche par « enduits plastiques » ; d) étanchéité multicouche par « feutres bitumés ». Entretien des terrasses et autres utilisations des matériaux décrits. E. 1265 (◇).

## Travaux de peinture.

292-16. Aide-mémoire de l'entrepreneur de peinture. *Trav. Peint.* (août 1947), vol. 2, n° 8, p. 276. Ed. Synd. des Entrepreneurs de Peinture de la ville de Marseille, 132 p. — Cet aide-mémoire traite des questions de salaires, de charges diverses, frais généraux, nomenclature de marchandises, barèmes de prix de vente des différents ouvrages, notes sur le métré et renseignements administratifs. E. 1289 (◇).

293-16. Le benzolisme et sa prévention dans l'utilisation des vernis et des peintures. VALLAUD (A.); *Trav. Peint.* (sept. 1947), vol. 2, n° 9, p. 312-317. — Exposé des dispositifs de protection collective et de protection individuelle propres à lutter contre le benzolisme. E. 1258 (◇).

294-16. La peinture des murs en plâtre, en ciment, en briques et en pierre. *Trav. Peint.* (août 1947), vol. 2, n° 8, p. 264-265. — Analyse d'un standard britannique relatif aux peintures sur murs et signalant les principales causes d'échecs, puis indiquant les précautions générales à prendre pour lutter contre l'humidité qui est le principal ennemi. E. 1239 (◇).

295-16. La peinture des murs en plâtre, en ciment, en briques et en pierre (fin); *Trav. Peint.* (oct. 1947), vol. 2, n° 10, p. 347-349. — Fin de l'analyse des documents publiés par la British Standard Institution et relative à la peinture des murs en plâtre (traitement des surfaces anciennes et des surfaces neuves), des surfaces de ciment et de crépis, des murs en briques et des murs en maçonnerie. E. 1440 (◇).

296-16. Mastic pour cacher les nœuds (Knotting). *Brit. Stand. Inst. BS 1336* (1946) [London], 7 p. — Un enduit imperméable pour recouvrir les nœuds et autres parties résineuses des bois, qui rend la surface propre à recevoir la peinture. E. 838, 64/18 (+).

297-16. Les bases essentielles de l'application mécanique des peintures. AVENEL; *Trav. Peint.* (nov. 1947), vol. 2, n° 11, p. 385-386. — Exposé des bases d'emploi de la peinture au pistolet. Avantages, inconvénients, rendement, précautions à prendre, entretien du matériel, utilisation dans le bâtiment. E. 1532 (◇).

298-16. Entretien et emploi de l'équipement pour la peinture au pistolet (Correct maintenance and use of manual spray equipment). FAULHABER; *Prbd. Finishing* [U. S. A.] (janv. 1947), vol. 11, n° 4, p. 24-34. — Indications pratiques sur différents aspects de la technique de la peinture au pistolet. Intérêt d'un choix judicieux du pistolet à utiliser avec une peinture ou un permis donné et nécessité d'un nettoyage régulier et fréquent du pistolet. Discussions sur les moyens de prévenir les différentes déficiences de l'appareil. E. 1465, p. 262 (◇).

299-16. Le « Colourphalt » (« Colourphalt »). GREVILLE SMITH (C.); *Highw. Bridges aerod.* (oct. 1947), vol. 13, n° 691, p. 4-6. — L'article se propose de donner quelques indications au sujet d'un produit lancé sur le marché sous le nom : Le « Colourphalt ». Il s'agit, en l'espèce, d'un mastic d'asphalte coloré destiné à remplacer l'asphalte de couleur sombre dans des applications décoratives à l'usage domestique. L'article examine successivement la question des colorants utilisés, celle de l'agrégat, des matières bitumineuses entrant dans la composition, la fabrication du produit, ses applications et son mode d'emploi. E. 1393 (◇).

## Préfabrication.

300-16. Préfabrication (Prefabrication). *Build. Res. Stat.* (1946), 9 p. E. 106, P. 57/80 (+).

301-16. Préfabrication. *Arch. auj.* (juil. 1947), p. 60-67, 37 fig. — Avantages et inconvénients des divers systèmes de préfabrication. Nombreux exemples illustrés de montage d'éléments ou de logements préfabriqués aux U. S. A. — E. 1128 (◇).

302-16. Préfabrication. Quelques données techniques sur la construction urbaine d'après-guerre. *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 125-126. — Rapide revue des divers procédés de préfabrication en U. S. A., Grande-Bretagne et Russie. E. 1256 (◇).

303-16. La préfabrication de bâtiments à plusieurs étages (Prefabrication of multi-storey buildings); *Building* (avril 1947), p. 130-132, fig. — Une méthode de préfabrication récemment perfectionnée qui implique l'établissement du plan suivant un module, mais qui donne une grande souplesse pour l'établissement du plan de masse dans le cadre de cette obligation. E. 838, P. 64/45 (+).

304-16. Procédés nouveaux de construction d'immeubles. HERBST (R.); *Rev. de l'O. T. U. A. : Acier* (1944), n° 1, 47 p., 32 fig. — Cette brochure passe en revue les solutions de construction par éléments préfabriqués présentées par un certain nombre d'architectes et de constructeurs à une exposition qui a eu lieu en 1939 à la salle Révillon, rue La Boétie. Elle en examine la conception générale, le système d'ossature, de planchers et de murs, et en souligne au passage les avantages marquants. E. 1544 (◇).



305-16. La maison industrialisée (The industrialized house). *Arch. Forum* (janv. 1947), p. 89-100, fig. — Détails de construction de diverses maisons américaines préfabriquées. E. 530, P. 61/33 (+).

306-16. La construction en série des maisons. Série d'illustrations montrant le « Tournalayer » au travail (Mass produced houses. A sequence of pictures showing the « Tournalayer » at work). *Mass. Prodn* (déc. 1946), p. 591-593, fig. — E. 106, P. 57-90 (+).

307-16. Maisons de béton construites en série (Mass concrete houses). *Concrete* [Chicago] (oct. 1946), p. 22-23, fig. — Maisons prêtes à la vente. Description de la fabrication. E. 106, P. 57/91 (+).

308-16. Une maison permanente à deux étages produite en série (Two storey permanent mass-produced house). *Arch. Build. News* (28 mars 1947), p. 217-219, fig. — Détails de la construction de la maison Weir « Quality ». E. 646, P. 63/70 (+).

309-16. La maison individuelle préfabriquée. GUTHEIM (F.); *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 91-93, 37 fig. — Aux U. S. A. la maison préfabriquée ne paraît pas devoir en temps de paix produire des réalisations plus économiques que les procédés habituels. Quand l'architecte occupera la place qui lui revient dans la production de maisons préfabriquées, on peut en escompter une amélioration importante. L'article donne de nombreux exemples et les prix de divers prototypes. E. 1128 (◇).

310-16. Les techniques industrielles de construction en Angleterre. PARKER (D.); *Entrep. Usine Mod.* (1<sup>er</sup> novembre 1947), n° 124, p. 4-6. — L'auteur décrit le système de maisons « Wates » à murs porteurs en dalles de béton vibré, planchers et charpente en bois, et le système « Orlit » comportant une ossature en éléments de béton armé, des revêtements en dalles minces et une toiture en terrasse formée de dalles sur solivage en béton. Après avoir envisagé l'avenir de la préfabrication il termine par des remarques sur la politique actuelle du logement en Angleterre. E. 1526 (◇).

311-16. De quelques problèmes concernant l'ossature des bâtiments préfabriqués en béton (Some problems in structural framing of precast concrete houses). AMIRIKIAN (A.); *Amer. Concr. Inst. J.* (mars 1947), p. 797-810, fig. — L'étude de l'ossature demande autant d'attention que dans le cas d'une construction importante. E. 838, P. 64/44 (+).

312-16. La coulée des murs dans des moules horizontaux (Walls for houses cast horizontally). *Conc. Build. Conc. Prod.* (sept. 1947), vol. 22, n° 9, p. 123-125, 6 fig. — L'article rend compte des travaux de construction d'une usine en Australie pour laquelle les murs en béton ont été coulés dans des moules placés horizontalement. L'article passe succinctement en revue les diverses opérations et notamment la méthode employée pour redresser les murs et les mettre en position définitive. Quelques indications sont données sur la constitution des moules dans lesquels on avait prévu les dispositifs nécessaires pour ménager dans le mur les ouvertures définitives qu'il devait comporter. E. 1147 (◇).

313-16. Voûtes en béton préfabriquées pour mines de charbon (Precast concrete arches for coal mines). *Conc. Build. Conc. Prod.* (nov. 1947), vol. 22, n° 11, p. 159. — Courte notice rendant compte d'un rapport du Comité de Sécurité des Mines du Lancashire. Ces voûtes préfabriquées sont destinées à supporter le toit d'une galerie, elles sont paraboliques, leur portée est de 3,60 m et leur hauteur de 2,70 m. La note décrit la manière dont elles sont constituées, leur mode de renforcement, la nature du béton entrant dans la composition et les essais auxquels elles sont soumises. Elles remplacent avantageusement les boudiers métalliques employés généralement. E. 1530 (◇).

314-16. Type de voûte mixte partiellement préfabriquée (Tipo di arcata a volta mista sempre costruita). ZIPPEL (R.); *Il Cemento* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 121-124, 15 fig. — Nouveau modèle de voûte économique pour ponts, en partie préfabriquée, formée d'une ossature spéciale en béton armé moulé d'avance et de carreaux en béton dont l'usage permet d'éviter toutes les armatures provisoires. Les voûtes de ce modèle, comparées avec les voûtes normales en béton ou en maçonnerie, présentent un comportement statique très avantageux. E. 1525 (◇).

315-16. Emploi du béton préfabriqué pour la construction des usines (Precast concrete in the construction of factories). *Conc. and Const. Engng.* (oct. 1947), vol. 42, n° 10, p. 312-316, 8 fig. — Surélévation d'une usine à toiture-terrasse d'Ilford; la charge supplémentaire devait être aussi minime que possible; adoption d'une charpente à éléments de béton préfabriquée. Construction d'une usine à Clapton en faisant emploi de piliers, poutres et dalles et éléments de toiture en béton préfabriqués.

Construction d'un bâtiment à sheds avec des éléments préfabriqués en béton. E. 1453 (◇).

316-16. Planchers préfabriqués en béton aux Etats-Unis. *Conc. Const. Engng.* (Grande-Bretagne) (fév. 1947). — Cet article expose les normes américaines qui exigent une résistance de béton de 270 kg/cm<sup>2</sup> à 28 j. et un coefficient de sécurité des poutrelles de 2,25. E. 1782 (◇).

317-16. Planchers moulés à l'avance pour l'O. N. U. (Precast floors for U. N.). *Engng. News Rec.* [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 18. — Les planchers et plafonds de 110 logements construits pour le personnel des Nations Unies ont été entièrement coulés en dalles dans des moules de béton. L'eau en excédent a été évacuée par le vide. E. 1308 (◇).

318-16. Les dalles préfabriquées pour planchers accélérent les programmes de logement (Precast floor slabs speed U. N. housing project). *Civ. Engng.* (janv. 1947), p. 18-19, fig. — Détails sur les méthodes de production en série des dalles préfabriquées pour planchers d'habitation. E. 746, P. 63/25 (+).

319-16. Les maisons préfabriquées en béton (Precast concrete houses). *Conc. and Const. Engng.* (sept. 1947), vol. 42, n° 9, p. 283-290, 9 fig. — La maison AIREY : une double paroi de plancher de béton est fixée à des montants en béton par des liens métalliques; le toit est généralement plat. La maison ORLIT : l'ossature est en béton et constitue après assemblage et coulée de béton dans les joints un ensemble monolithique. La paroi intérieure est en planches de béton léger; le toit est plat ou incliné. La maison WATES : les parois sont constituées par des dalles de béton ayant la hauteur d'un étage et ces dalles sont de quatre types. La maison STENT est également constituée par des dalles de la hauteur d'un étage; ces dalles sont nervurées. Détails de construction relatifs à ces différents types de maisons préfabriquées. E. 1261 (◇).

320-16. Enquête en Allemagne sur les perfectionnements techniques dans la préfabrication des maisons (The investigation in Germany of technical developments in prefabricated housing). *Brit. Intelligence Objectives Sub-Committee* [London] (1946), 60 p. — Historique sommaire de la préfabrication en Allemagne. Appréciation générale des maisons préfabriquées ou construites par leurs propriétaires. Rapport sur les différents matériaux de construction qui se prêtent à la préfabrication, tels que le béton cellulaire. E. 107, 58/50 (+).

321-16. Le béton armé préfabriqué dans la construction (Structural precast reinforced concrete). BILLIG (K.); *Cement and Concr. Ass.* (1946), 91 p. — Documentation générale sur la production, l'étude et la mise en œuvre des différents éléments de structures. Utilisation dans les constructions industrielles, les logements, maisons d'habitation, baraques, chemins de fer, ponts, etc... E. 646, 62/71 (+).

322-16. La maison préfabriquée métallique. *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 155-156, 1 fig. — Description d'une maison préfabriquée, œuvre de la British Iron and Steel Federation, montée en 540 h au chantier d'expérience de Northolt. E. 1731 (◇).

323-16. Contribution à l'étude de la construction des maisons en acier préfabriquées en Grande-Bretagne. Traduit d'un rapport de la *Brit. Steel Work Ass.* (O. T. U. A., 1947), 5 p. — La crise du logement en Angleterre fut le point de départ des recherches sur les éléments et ensembles en acier préfabriqués. Des prototypes de maisons ont été édifiés à Northolt et ont servi de base à la conception d'un type de maison qui a été construit en série et dont le rapport indique les caractéristiques pour le revêtement extérieur, les ouvertures, le chauffage, l'isolation thermique et phonique, la résistance au feu, la protection contre le gel des tuyaux et contre la condensation, l'équipement de la cuisine. E. 1562 (◇).

324-16. L'acier à l'Exposition « Techniques américaines de l'habitation et de l'urbanisme » de Paris. *L'Acier* (O. T. U. A.) (juin-juil. 1946), 5 p. — Les Américains sont à la veille de sortir des maisons préfabriquées définitives, en majeure partie en acier, car l'élévation du coût de la construction et le manque de main-d'œuvre ne permettent plus d'utiliser les moyens traditionnels. A l'Exposition du Grand-Palais ont été présentées les principales utilisations de l'acier dans le bâtiment aux U. S. A.; celles-ci concernent de nouveaux profils, une menuiserie métallique à double et à triple vitre, des panneaux porteurs, l'isolation des parois, un revêtement, une fondation en « natte », le métal déployé, le collage des métaux, l'équipement ménager. E. 1549 (◇).

325-16. Exposition d'une maison préfabriquée en aluminium (Aluminium prefab. House placed on exhibit.). *Engng. News Rec.* (10 oct. 1946), p. 479, fig. — Détails de la maison américaine « Boulevard Home ». E. 106, P. 57/87 (+).



326-16. Maisons suédoises en bois (Swedish timber houses). Wood G. B. (nov. 1946), n° 11, p. 304-308, fig. — Plans et détails de construction de maisons préfabriquées importées en Angleterre. E. 1114.8-14959 (\*).

327-16. Béton préfabriqué pour une construction de réservoir dans l'Uganda (Precast concrete in a reservoir in Uganda). Conc. Build. Conc. Prod. (oct. 1947), vol. 22, n° 10, p. 141-142, 4 fig. — La note donne la description d'un réservoir en béton d'une contenance de plus de 4 millions de litres construit dans l'Uganda pendant la guerre. Le manque de main-d'œuvre qualifiée a nécessité l'amenée en chantier de pièces moulées. L'encombrement du réservoir était de 37 m de long et 16 m de large. La note reproduit le schéma de l'ensemble et donne quelques indications succinctes sur le montage des pièces. E. 1392 (◇).

328-16. La construction d'un réservoir en dalles de béton armé préfabriquées (A reservoir constructed with precast slabs). Conc. and Constr. Engng. (sept. 1947), vol. 42, n° 9, p. 280-282, 3 fig. — Il s'agit d'un réservoir d'eau rectangulaire cubert de 26 500 m<sup>3</sup>, récemment construit à la Nouvelle-Orléans. Les murs sont constitués par deux parois en dalles de béton armé avec matelas de sable de rivière. Indications sur la constitution des dalles, des piliers et de la couverture. E. 1261 (◇).

329-16. La préfabrication des installations du gaz. GROSBORNE (H.); Tech. Archit., Fr. (janv. 1946), n° 5, p. 266, fig. — Comme pour les canalisations de chauffage central, on prévoit les canalisations intérieures en acier pour le gaz. La préparation en atelier de toute l'installation, noyée dans la maçonnerie, d'un immeuble devient possible. E. 1114.8-14837 (\*).

330-16. Emploi du béton pour l'élargissement des voies des chemins de fer de West Ruislip (Concrete construction on the West Ruislip Widening, G. W. R.). Conc. and Constr. Engng. (nov. 1947), vol. 42, n° 11, p. 345-349, 9 fig. — L'article décrit plusieurs travaux en béton exécutés sur de nouvelles lignes de chemins de fer de la Cie de l'Ouest Anglais : un viaduc à Greenford, un autre à Ruislip Gardens, un pont ainsi que des travaux de gare, et en particulier l'installation de la gare de Perivale pour laquelle on a fait un large usage d'éléments en béton armé préfabriqués. E. 1667 (◇).

331-16. Pont de chemin de fer en béton préfabriqué et précontraint (Precast prestressed concrete railway bridge). The Engineer (4 juil. 1947), p. 10, 2 fig. — Description du mode de construction du viaduc Adam sur le L. M. S. R., constitué d'éléments de poutres préfabriquées et assemblées sur place. Économies réalisées tant dans la construction que dans l'entretien par l'emploi du béton armé au lieu de l'acier. Avantages de la précontrainte et exposé de son application au viaduc Adam, première expérience importante faite depuis la guerre dans ce domaine. E. 1723, p. 298 (O).

## Plomberies sanitaires.

332-16. Prescriptions légales et directives du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme. L'Eau (juil. 1947), n° 7, p. 75-81, 5 fig. — Rappel de la législation du permis de construire basée sur la réglementation sanitaire. Principales prescriptions de cette réglementation concernant l'équipement de l'habitation. Directives correspondantes données par le M. R. U. en ce qui concerne les habitations urbaines et rurales; mise en pratique de ces prescriptions sur les chantiers d'expérimentation d'Orléans et dans la cité d'expériences de Noisy-le-Sec. E. 1044 (◇).

333-16. Un appareil de réparation de canalisation de distribution d'eau (A water service pipe repair unit). Engineer G. B. (29 nov. 1946), n° 182, p. 491-492, 2 fig. — Description d'un équipement permettant de couper rapidement et complètement des embranchements défectueux de la canalisation principale en un point quelconque entre celle-ci et le défaut, pendant toute la durée de la réparation, par formation d'un bouchon de glace dans le tube. L'équipement comprend une petite installation frigorifique (moteur à essence et compresseur) fonctionnant avec du chlorure de méthyle. Méthode de repérage d'une fuite dans une canalisation placée sous un dallage en béton. E. 1114.8-14835 (\*).

334-16. La normalisation dans l'équipement sanitaire des immeubles. L'Eau (juil. 1947), n° 7, p. 82-83. — La normalisation a des répercussions sur le prix de revient, le confort et l'hygiène. Énumération des normes et documents relatifs à l'équipement sanitaire : normes sur la terminologie, les orifices d'écoulement, les tuyauteries, les débits de base; code des conditions minima d'exécution des travaux de plomberie et des installations

sanitaires urbaines (objets traités dans les 18 chapitres, notamment : débits, appareils, conduites, raccordements, robinets, distribution et évacuation d'eau, descentes d'eau pluviale, ventilations secondaires, collecteurs et siphons). Documents du R. E. E. F. (canalisations d'eau — eaux vannes des sous-sols). E. 1044 (◇).

335-16. Des plombiers praticiens inventent un nouveau mode de curage. Nouvelles installations de curage permettant d'améliorer les conditions de dégagement de drains obstrués et de tuyaux de décharge (Practical plumbers invent new type cleanouts. New cleanout locations to afford better rodding conditions for choked drains and waste pipes). Plumb. Heat. Journal (sept. 1947), vol. 118, n° 9, p. 58-60, 2 fig. — Courte notice accompagnée de croquis résumant les buts de la nouvelle invention qui est un perfectionnement de procédés connus. Il consiste principalement à placer les ouvertures de vidange à des emplacements judicieusement choisis permettant d'explorer les tuyaux avec des ringards. Plusieurs exemples d'application sont expliqués avec croquis à l'appui. E. 1426 (◇).

336-16. L'équipement sanitaire et ménager dans la construction moderne. SIMON (E. H. L.). Chaud-Froid (oct. 1947), n° 10, p. 10-13. — Considérations générales. Caractéristiques générales des équipements modernes. Solutions modernes de l'équipement sanitaire. Lavage du linge : description de l'appareillage. E. 1498 (◇).

337-16. L'équipement sanitaire et ménager dans la construction moderne (suite). SIMON (E. H. L.); Chaud-Froid (nov. 1947), n° 11, p. 13-15 et 31. — L'article vise l'équipement de la cuisine. Après l'énumération des organes servant à la conservation, à la préparation, au lavage et à la cuisson, l'auteur passe en revue les différents appareils : frigorifiques, de cuisson, de lavage, de ventilation et leur groupement dans les blocs cuisines en indiquant les améliorations apportées en France et à l'étranger, dans leur conception et les tendances qui ont la faveur des usagers. E. 1701 (◇).

338-16. L'équipement sanitaire des habitations. — Tel qu'il est — tel qu'il pourra être. L'Eau (juil. 1947), n° 7, p. 73-74. — L'article donne une statistique récente sur la population française qui possède eau courante, w.-c. avec chasse d'eau, douche, baignoire et bac à laver installés dans le logement et fait connaître les résultats d'une enquête relative à l'aspiration des Français à voir compléter l'équipement sanitaire de leur habitation, d'où il résulte que le public n'est pas encore disposé à payer à son juste prix le logement doté du confort. E. 1044 (◇).

339-16. L'équipement sanitaire de l'habitation dans les programmes en cours de réalisation. L'Eau (juil. 1947), n° 7, p. 84-89, 12 fig. — L'article donne les résultats d'une enquête sur l'équipement sanitaire des logements ouvriers construits par un certain nombre d'organismes industriels pour les besoins de leur propre main-d'œuvre. Par la S. N. C. F., dans les cités de Calais et de Somain; par les Houillères dans les bassins du Nord et du Pas-de-Calais, de Lorraine, des Cévennes; par la Chambre Syndicale de la Sidérurgie, par le Comité Interprofessionnel du Logement de Roubaix-Tourcoing. E. 1044 (◇).

340-16. La résistance des tuyaux épais à la pression intérieure et la détermination des tuyaux de plomb. BOULIAU (D.); Techn. Mod. Constr. (juin 1947), t. 2, n° 3, p. 67-71, 4 fig. — Rappel des formules donnant l'épaisseur des tuyaux. Proposition d'une nouvelle formule et comparaison numérique. Application aux tuyaux de plomb et de plomb antimonieux. E. 1181 (◇).

341-16. Influence du froid sur les canalisations en plomb (Frost and the plumbing system). WILTON (J.); House-Build. (déc. 1946), p. 281-283, fig. E. 106, p. 57/46 (+).

342-16. Les blocs cuisine-salle de bains pour maisons préfabriquées (à suivre) (Kitchen and bathroom units for prefabricated houses). Machinery (26 déc. 1946), p. 811-817, fig. — La fabrication des blocs. E. 106, p. 57/51 (+).

343-16. Blocs d'eau. Homme Archit., Fr. (janv.-fév. 1946), n° 1-2, p. 17-24, fig. — Réalisations françaises et étrangères de « blocs d'eau », solution qui consiste à grouper autour d'une même canalisation tout ce qui, dans le logis, nécessite une alimentation et une évacuation d'eau. Il est ainsi possible de préfabriquer en grande série des blocs d'eau bien étudiés et livrés entièrement terminés sur le chantier. E. 1114.8-14836 (\*).

344-16. Comment assurer l'étanchéité de la cabine de douches. BOULIAU (D.); L'Eau (juil. 1947), n° 7, p. 1, 2 fig. — Description du dispositif d'étanchéité adopté pour les cabines de douches par le Bureau américain des Standards : la cuvette est constituée par une feuille de plomb soudée de 2 mm sur un



feutre asphaltique et une forme en ciment, dans les angles des bandes de plomb; dans les installations soignées à l'intérieur de la cuvette en plomb on constitue un sol (carrelage sur ciment et asphalte) et des revêtements latéraux. E. 1044 (◇).

345-16. **L'entretien rationnel des réservoirs de chasse des w.-c.** RICHARD (G.); *Chaud-Froid* (oct. 1947), n° 10, p. 23-25, 7 fig. — Étude de la détection des fuites dans les cuvettes de w.-c. et de leur réparation. E. 1498 (◇).

346-16. **Evacuation des eaux usées des maisons d'habitation** (Domestic drainage). *Build. Res. Board.* (juin 1947), n° 76, 12 p., 1 fig. h. t. — Brochure éditée par le Ministère Britannique du Travail : elle rend compte d'un rapport publié par le Comité de la plomberie ayant pour but de rechercher les moyens à mettre en œuvre pour assurer dans les meilleures conditions possibles l'évacuation des eaux usées dans les travaux de construction et de reconstruction d'après guerre. Les différents chapitres étudiés ont trait aux points suivants : établissement d'un plan général, dimensions à adopter pour la tuyauterie, pentes à prévoir, attaches et protection de la tuyauterie, facilités d'accès, ventilation, trappes. Dans une seconde partie la brochure passe en revue les divers systèmes de tuyauterie, les matériaux, les tranchées à exécuter, les trous de visite et les essais à entreprendre en fin d'exécution. E. 1505 (◇).

## Climatisation. Chauffage.

347-16. **Les capacités calorifiques de l'habitat des contrées très chaudes.** LEROUX (R.); *Bull. Soc. Franç. Ing. Col.* (1<sup>er</sup> trim. 1947), n° 132, p. 32-41. — Étude de l'habitat en contrées très chaudes pour l'Européen et l'indigène. Après l'exposé des facteurs climatiques, l'auteur décrit les modes de construction et de conditionnement à employer dans les climats chauds et humides, très chauds et secs, ou intermédiaires en plaine et en altitude. E. 1427 (◇).

348-16. **Le climat artificiel des locaux de travail.** GOENAGA (R.); *Arch. Franc.* (fév.-mars 1947), n° 67-68, p. 102-106, 9 fig. — Étude de la climatisation des locaux de travail et des moyens employés pour réaliser un niveau de sensation thermique convenable par le chauffage ou le refroidissement, pour purifier l'air, pour réduire le bruit et pour améliorer la sensation lumineuse. E. 1229 (◇).

349-16. **Le climat, le confort et la civilisation.** *Nature* (1<sup>er</sup> août 1947), n° 3141, p. 254, 1 fig. — Résumé d'une communication du professeur David BRUNT au Royal Institute. Réaction du corps humain aux différentes températures. Climats favorables à l'homme. Adaptation au climat. Force de développement des différentes civilisations (◇).

350-16. **La tolérance humaine à la chaleur** (Human tolerance to heat). MACHLE (W.); *Heat. Pip.* (fév. 1947), p. 109-110. — Études récentes sur les échanges thermiques humains en ce qui concerne le concept de l'équilibre thermique. E. 646, P. 62/28 (+).

351-16. **Les déperditions thermiques du corps humain.** RICHARD (G.). *Chauff. Vent Cond.* (juil.-août 1947), n° 4, p. 98-104. — L'auteur rappelle les méthodes utilisées par les physiologistes pour déterminer les déperditions thermiques du corps en fonction du degré d'activité de l'individu. Il souligne les facteurs qui influent sur le confort thermique et ceux qui interviennent dans les déperditions thermiques du corps humain. La comparaison de ces dernières (par mesure de la température superficielle) aux valeurs indiquées par les physiologistes fournit une appréciation du degré de confort thermique. Il précise enfin le rôle du rayonnement dans le chauffage des locaux habités. E. 1716 (◇).

352-16. **Graphiques pour le calcul de la température ambiante dans les installations de chauffage** (Charts for the calculation of environmental warmth). *Medical Research Council* [London] (1946), 10 graphiques destinés à réduire ou éliminer les calculs numériques. E. 530, 61/56 (+).

353-16. **Transmission de la chaleur dans les tubes à ailettes** (Heat transfer through extended tube surfaces) (à suivre); *Engng Boiler House Rev.*, G. B. (mars 1946), n° 60, p. 66-72, fig. — Des recherches scientifiques ont permis de créer de nouveaux types de surfaces tubulaires pour l'absorption de la chaleur; l'article étudie les différents types réalisés et leurs caractéristiques. E. 1114.8-11939 (\*).

354-16. **Les isolants calorifiques en matière plastique cellulaire** (Cellular plastic heat insulators). HICKMAN (M. J.); *Inst. Refrig. Proc.*, G. B. (1945-46), n° 42, p. 131-138, 3 pl. h. t.

— Généralités sur la transmission de la chaleur au travers des isolants cellulaires; conductivités d'un certain nombre d'isolants plastiques. E. 1114.8-14440 (\*).

355-16. **Tendances et recherches.** *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 114-118, 29 fig. — Aux U. S. A. de nombreuses recherches ont été faites en particulier pour le problème du chauffage et de l'isolation. Cet article expose quelques recherches sur l'isolation des toits par l'eau, le chauffage de la maison par la chaleur solaire et le chauffage électrique par rayonnement. E. 1128 (◇).

356-16. **Les conductivités et conductances des matériaux de construction et des isolants** (Conductivities and conductances of building materials and insulations). CLOSE (P. D.); *Heat. Pip.* (janv. 1947), p. 101-102. — Deux tables : conductivité des matériaux pleins et conductance des matériaux creux. E. 530, P. 61/19 (+).

357-16. **Conductivité et conductance des matériaux de construction et d'isolement** (Conductivities and conductances of building materials and insulations). CLOSE (P. D.); *Heat. Pip.* (mars 1947), p. 101-102. Tableau 5 : conductivité et conductance des enduits et des matériaux de couvertures. Tableau 6 : conductivité et conductance des panneaux non isolants de revêtement et de construction. Tableau 7 : conductivité et conductance des panneaux isolants. E. 838, P. 64/12 (+).

358-16. **Isolation thermique** (Thermal insulation). SAUNDERS (D. W.) et POTT (A.); *Building Digest* (juil. 1947), p. 197-207, 9 fig. — La crise de combustible qui sévit en ce moment oblige à une stricte économie. Elle peut être réalisée en partie en observant les règles d'une bonne isolation thermique dans les bâtiments. Pour permettre une discussion sur cette question, la brochure donne au préalable un certain nombre de définitions, une terminologie, et plusieurs formules se rapportant à la transmission de la chaleur. Il est important de connaître les causes de déperdition et les quantités de chaleur perdues. La brochure décrit un appareil « thermocouple » permettant de déterminer les températures d'une surface de mur. Elle passe ensuite en revue les conditions du confort dans une habitation et étudie le problème de la condensation de vapeur pouvant produire des détériorations par humidité. La note se termine en décrivant méthodes et appareils permettant de procéder aux essais de transmission de chaleur, et en conclusion des indications sont données concernant divers modes d'exécution de murs et les résultats concernant le problème de la transmission de chaleur. E. 1404 (◇).

359-16. **Le « Styrofoam ». Un nouvel isolant thermique.** MC INTIRE (O. R.) et MC CUAIG (D. W.); *Refrig. Engng.* (sept. 1946), p. 217-220, 6 fig. — Cet article, analysé dans le *Bulletin de l'Institut International du Froid*, n° 4, 1947, signale les propriétés et l'emploi du « Styrofoam » qui est du polystyrène expansé, matière thermoplastique. Utilisé pendant la guerre il a été amélioré et la qualité actuelle porte le nom de « Styrofoam 103.7 ». Les principales qualités caractéristiques sont : densité 0,024 kg/dm<sup>3</sup> et conductibilité thermique à 21° C — 0,033 à 0,036 kcal/m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>° C/h. On peut abaisser encore la conductibilité à 0,025 par addition de poudres de carbone ou d'aluminium. E. 1780 (◇).

360-16. **Un isolant suédois présente des propriétés intéressantes.** ELEVING; *Refrig. Engng.* (oct. 1946), p. 311-313, 8 fig. — Cet article, analysé dans le *Bulletin de l'Institut International du Froid*, n° 4, 1947, signale les propriétés et l'emploi de l'« Isoflex », isolant composé de feuilles minces d'acétate de cellulose ondulées et superposées à angle droit pour former des plaques légères et élastiques. D'une densité de 0,011 à 0,013 kg/dm<sup>3</sup>, il n'est pratiquement pas hygroscopique et a une conductibilité voisine de celle de l'air. Utile pour l'isolement de wagons, camions et cargos, il doit être posé avec certaines précautions en raison de sa faible résistance à la compression. E. 1780 (◇).

361-16. **L'emploi du « Silica aérogel » comme isolant thermique.** OGDEN (F. F.) et WHITE (J. F.); *Refrig. Engng.* (nov. 1946), p. 411-414, 4 fig. — Cet article, analysé dans le *Bulletin de l'Institut International du Froid*, n° 4, 1947, signale les propriétés et l'emploi du « Silica aérogel », qui est un gel sec obtenu en déshydratant une gelée de silicate de telle façon que la phase liquide soit remplacée par de l'air sans détruire la structure du gel. La poudre blanche obtenue a une densité de 0,115 kg/dm<sup>3</sup>. On l'opacifie par addition de silicone. Sa conductibilité thermique est sensiblement égale à la moitié de celle des isolants habituels. Il peut être employé pour les réfrigérateurs domestiques, les congélateurs domestiques, les camions citernes isolés. E. 1780 (◇).

362-16. **Le comportement de la brique d'argile cuite au point de vue technico-calorifique comparativement à celui d'autres matériaux de construction.** *Industr. Cérám.*



(sept. 1947), n° 378, p. 260-262. — Après avoir rappelé quelques formules relatives à la transmission de la chaleur à travers les murs, l'auteur indique les valeurs comparatives de coefficients de transmission pour divers matériaux et montre que la brique d'argile cuite rivalise avantageusement avec les autres matériaux. E. 1468 (◇).

363-16. Remarques sur les coefficients d'isolation thermique et d'isolation phonique imposés par le M. R. U. dans ses derniers cahiers des charges pour la reconstruction des logements d'habitation. GRUZELLE (R.); *Chaud-Froid* (août 1947), n° 8, p. 27-29. — L'auteur résume les principes essentiels relatifs à l'isolation thermique et phonique des logements, tels qu'ils ressortent du rapport présenté au M. R. U. par les entrepreneurs spécialistes de ces problèmes, et compare ces principes aux prescriptions édictées par ce ministère, notamment en ce qui concerne les coefficients d'isolation thermique et phonique des vitrages et des toitures. E. 1178 (◇).

364-16. L'isolation dans la construction des maisons d'habitation (Structural insulation of dwelling houses). HUTT (A. C.); *Builder* (27 déc. 1946), p. 679-684, fig. E. 106, P. 57/93 (+).

365-16. Les pertes calorifiques par les fenêtres : documentation résumée (Heat loss through windows : a summary of available information). RUEDY (R.); *National research council of Canada* [Ottawa] (1944), 50 p. E. 746, 63/49 (+).

366-16. Rapport du Comité C-16 sur les matériaux d'isolement thermique (Report of Committee C-16 on thermal insulating materials). *Am. Soc. for Testing Mater* [Philadelphie] (1946), 9 p. — Normes et méthodes d'essai proposées pour les panneaux de fibre. E. 107, 58/33 (+).

367-16. Le calcul de la perte de chaleur dans les tuyauteries de vapeur (The calculation of heat loss from steam pipes). BUCKLEY (H.), 42 p., 17 fig. *Chauff. Vent. Cond.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 149. — L'ouvrage traite du calorifugeage des canalisations et tuyauteries de vapeur; il permet d'évaluer les économies de combustibles dues au calorifugeage et de choisir l'épaisseur optimum dans laquelle il convient d'utiliser le calorifugeage pour rendre l'installation économique. E. 1800 (◇).

368-16. Variations de températures autour de tuyaux de chauffage maintenus à température constante (Transient temperatures around heating pipes maintained at constant temperature). GERMANT (A.); *Appl. Phys. J.* (déc. 1946), p. 1076-1081. — Étude théorique sur la répartition des températures variables dues à la conduction autour de tuyaux de chauffage cylindriques maintenus à des températures constantes connues. E. 107, P. 58/41 (+).

369-16. Le chauffage par radiation dirigée. BEAURIENNE (A.); *Chauff. Vent. Cond.* (janv.-fév. 1947), n° 1, p. 2-9, 13 fig. — Évolution des idées sur le chauffage par radiation dirigée. Exposé de la théorie initiale de l'auteur sur cette technique faisant ressortir son intérêt économique. Examen des moyens de réaliser ce procédé de chauffage par réflecteurs dans différents cas concrets. E. 1714 (◇).

370-16. Le chauffage par radiation dirigée (suite). BEAURIENNE (A.); *Chauff. Vent. Cond.* (mars-avril 1947), n° 2, p. 26-36, 17 fig. — Étude analytique des réflecteurs paraboliques pour qu'une source de radiation ne présente pas de radiations de dispersion supérieure à un angle donné. Énergie récupérée avec un réflecteur de caractéristiques données et recherche d'un dispositif tel que le maximum des rayonnements émis n'échappe pas au réflecteur. Détermination de la forme la plus efficace d'un émetteur et recherches en vue d'obtenir une répartition uniforme de la température résultante dans une région. E. 1715 (◇).

371-16. Les possibilités et les limites de la régulation automatique du chauffage. ORENGO (L.); *Chauff. Vent. Cond.* (janv.-fév. 1947), n° 1, p. 10-22. — Après avoir noté l'importance du cahier des charges spéciales pour ces installations, l'auteur traite du choix du régime de température intérieure à réaliser, de la puissance nécessaire en régime variable de température, de la subdivision de l'installation en circuit, du flux calorifique nécessaire par ceux-ci, de la mise au point de cette régulation lors de ses premières mises en service. Il donne enfin des exemples d'application de la régulation et du réglage automatique à des cas concrets. Suivent quelques remarques sur les possibilités et les limites de la régulation automatique du chauffage. E. 1714 (◇).

372-16. Le chauffage automatique. FARRIGUR (E.); *Const. Mod.* (juil. 1947), n° 27, p. 851-854, 1 fig. — L'auteur rappelle les réactions chimiques de la combustion et examine les conditions optima d'une bonne combustion (proportion de carburant, son contact intime avec le combustible). Une certaine automaticité

est obtenue par le soufflage de l'air sous la grille. Il passe en revue les pertes calorifiques susceptibles de se produire et les moyens d'y remédier (tirage artificiel ou mécanique, décrassage automatique). Il décrit le fonctionnement des brûleurs mécaniques et de la régulation automatique dont il souligne les avantages. E. 1095 (◇).

373-16. La régulation automatique. LIEBAUT; *Chauff. Vent. Cond.* (juil.-août 1947), n° 4, p. 105-114, 12 fig. — L'auteur passe en revue les qualités et les défauts des régulateurs. Il définit les facteurs caractéristiques d'une installation, examine les caractéristiques des systèmes non réglés en régime permanent et en régime variable et recherche pour chacun d'eux les caractéristiques que doit présenter le régulateur. Il note les imperfections des régulateurs à action directe, les remèdes correspondants et examine le cas particulier du réglage flottant à commande électrique, qui maintient constante la température d'une enceinte chauffée. Il termine par l'étude théorique d'un régulateur de niveau. E. 1716 (◇).

374-16. L'économie du combustible domestique (Domestic fuel policy); *Ministry of Health* (1947) [London], 2 p. — Prescriptions relatives à l'amélioration du chauffage par combustible solide en ce qui concerne l'installation dans les nouveaux immeubles. E. 838, 64/34 (+).

375-16. Spécifications homologuées concernant les appareils de chauffage pour garages privés. Publ. par *Am. gas Ass.*, approuvé par *Am. Stand. Ass.* (A. S. A.-Z. 21. 4, 1932), 22 p. — Ces spécifications définissent les conditions minima en ce qui concerne les performances, le fonctionnement sans danger et la construction solide et durable des appareils à gaz. Elles comportent deux parties : la première est relative aux spécifications de construction; la seconde aux spécifications de fonctionnement. En annexes sont données les définitions techniques et les dimensions minima des robinets. E. 1170. Traduction I. T. 123 (◇).

376-16. Le cours de chauffage de « Chaud-Froid ». EURIAT (R.); *Chaud-Froid* (août 1947), n° 8, p. 13-15, 1 fig. — La leçon n° 5 présente un tableau qui doit servir à récapituler les résultats des calculs des déperditions, des radiateurs, de la chaudière, des tuyauteries et des robinets, puis passe à l'étude des installations de chauffage par thermosiphon dont les avantages et les inconvénients sont soulignés et termine par l'exposé des facteurs qui déterminent le choix des appareils et en particulier des radiateurs. E. 1178 (◇).

377-16. Le cours de chauffage de « Chaud-Froid » (à suivre) VII<sup>e</sup> leçon. Les chaudières. EURIAT (R.); *Chaud-Froid* (oct. 1947), n° 10, p. 19-21. — Considérations sur le rendement, l'emplacement de la chaudière, reproduction de l'article 43 bis du Règlement de la Ville de Paris et de la circulaire ministérielle du 25 novembre 1929. Nettoyage des chaudières. Recommandations des organisations syndicales pour les dispositifs de sécurité. E. 1498 (◇).

378-16. Le cours de chauffage de « Chaud-Froid » (suite). EURIAT (R.); *Chaud-Froid* (nov. 1947), n° 11, p. 7-11, 1 fig. — Étude d'une installation de chauffage central à eau chaude par thermosiphon dans un appartement dont le plan est donné, tableau des déperditions, détermination du type de chaudière, de l'emplacement des radiateurs, équilibrage de ceux-ci par la détermination des tuyauteries convenables, compte tenu des pertes de charge. E. 1701 (◇).

379-16. Economies de combustible dans l'exploitation des chaufferies. LIEBAUT (M.); *Mem. Soc. Ing. Civ. France* (janv.-fév. 1947), fasc. n° 1-2, p. 12-19. — L'auteur examine le problème sous les trois angles suivants : choix de la chaudière en vue de son usage, utilisation rationnelle d'une chaudière existante pour réaliser un programme déterminé avec la consommation minimum, contrôle du rendement de la chaudière et de l'utilisation des calories. E. 1804 (◇).

380-16. Influence de la radiation gazeuse dans le chauffage par panneaux (Influence of gaseous radiation in panel heating). HUTCHINSON (F. W.); *Heat. Pip.* (nov. 1946), p. 103-107. — Présentation d'une solution graphique permettant de déterminer le coefficient d'échange par radiation gazeuse en fonction de la distance, de la pression de vapeur et des températures de surface. E. 107, P. 58/42 (+).

381-16. Les procédés Infra-Ray. *Chaud-Froid* (août 1947), n° 8, p. 16-19, 11 fig. — Rappel des propriétés physiques des rayons infra-rouges et examens des dispositifs brevetés de chauffage par radiation réalisés par les procédés Infra-Ray suivant l'importance du local, sa capacité calorifique, le fluide dont on peut disposer : néo-panneau (panneau au sol à température uniforme,



panneau à réaction (à élément refroidissant), pulspan (pour grands locaux, chauffage par radiation et par air), métallique pannel (à radiation dirigée), spire-souple (pour grandes surfaces), isophone (panneau en plafond). E. 1178 (◇).

382-16. Le chauffage par rayonnement (Radiant heating). BAKER (H. E.); *Mech. World* (4 avril 1947), p. 315-318, fig. — Principes, méthodes et avantages. E. 838, P. 64/20 (\*).

383-16. Chauffage et conditionnement d'air dans les bâtiments (Heating and air-conditioning of buildings). FABER (O.) et KELL (J. R.), 2<sup>e</sup> éd.; *Chem. Arch. Press.* (1943) (24 × 15), 580 p., 353 fig. — Étude complète des différents systèmes de chauffage et des différents modes de chauffe des chaudières. Ventilation. Conditionnement d'air avec étude détaillée des différentes parties et appareils incorporés dans ces systèmes. E. 1114.8-14475 (\*).

384-16. Le chauffage au mazout. Les équipements de transformation des chaudières de chauffage central. GALETIN (J.); *Chaud-Froid* (oct. 1947), n° 10, p. 7-9. — Définition des brûleurs à mazout, automatiques, semi-automatiques et manuels; classement en brûleurs à caléfaction, à pulvérisation par la vapeur d'eau, l'air comprimé et l'émulsion mécanique à pression ou mécanique par force centrifuge. E. 1498 (◇).

385-16. Le chauffage au mazout (suite). GALETIN (J.); *Chaud-Froid* (nov. 1947), n° 11, p. 16-19, 5 fig. — Principe du brûleur à caléfaction, vaporisation ou gazéification, différents organes qui le composent suivant : la transformation à faire subir au combustible, le système de réglage adopté, le procédé d'introduction de l'air comburant. La nécessité d'alimenter ces brûleurs en gas oil a limité leur emploi aux appareils domestiques. Description et processus du fonctionnement d'un brûleur à vaporisation. E. 1701 (◇).

386-16. Le chauffage des cités reconstruites. RICHARD (G.); *Chauff. Veni. Cond.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 137-148. — L'auteur attire l'attention sur les erreurs à éviter du point de vue thermique et cherche à déterminer les procédés de chauffage qu'il convient de choisir, compte tenu de l'usage des locaux, du climat, de la nature des matériaux, de celle des combustibles et des ressources financières. Il fait un examen comparatif des divers systèmes de chauffage moderne et traite du choix du combustible et de celui du mode de répartition des calories. E. 1800 (◇).

387-16. Diamètre des chauffages à niveau. BOURCIER (L.); *Chaud-Froid* (oct. 1947), n° 10, p. 3-6, 2 fig. — Méthode de calcul, illustrée par un exemple, des diamètres des canalisations d'un thermosiphon à niveau. E. 1498 (◇).

388-16. La technique du chauffage à l'eau chaude (Hot-water engineering). Ed. by E. Molloy. Préf. de A. C. Pallot [London] G. Newnes (1945). In-8°, 320 p., 22 fig., 21 s. — Traité du chauffage central à eau chaude. Examen dans la première partie des principes généraux à la base des différents systèmes de chauffage à eau chaude pour habitations particulières, et pour immeubles importants, tels que bâtiments à usage commercial et hôtels, etc. Établissement des canalisations. Étude détaillée et comparaison des différents systèmes. Circulation accélérée dans les installations importantes par pompe de circulation, afin de régulariser la répartition des calories. Chaudières, ballons, chauffage au gaz, chauffe-eaux électriques. Ouvrage utile non seulement au technicien du chauffage central, mais également à l'architecte, qui désire se rendre compte des possibilités des différents systèmes existants. Index. E. 1114.8-14377 (\*).

389-16. Alimentation domestique en eau chaude et chauffage central par l'eau chaude (Domestic hot-water, supplies and central heating by hot water). OVERTON (L. J.) [London], C. Lockwood and Son, 1939, reprint 1946 (19 × 12,5), 109 p., 56 fig. — Exposé clair et succinct des principes élémentaires et des données essentielles sur lesquels reposent la conception et la réalisation d'installations d'alimentation domestique en eau chaude et de chauffage central par l'eau chaude. Cet ouvrage est destiné aussi bien aux techniciens du bâtiment qu'au grand public. E. 1114.8-14378 (\*).

390-16. Le chauffage à eau chaude à circulation accélérée par pompe. CHASSEREAU (R.); *Chaud-Froid* (août 1937), n° 8, p. 9-11, 5 fig. — Rappel des relations qui existent entre le débit, la pression et la puissance absorbée dans les pompes de circulation d'eau chaude (la vitesse adoptée est toujours sensiblement la même). Définition de la caractéristique C pour matérialiser les zones de fonctionnement d'une pompe (avantage de la pompe centrifuge dont le rendement est peu affecté par les variations du débit). E. 1178 (◇).

391-16. Le chauffage à eau chaude à circulation accélérée par pompe. CHASSEREAU (R.); *Chaud-Froid* (nov. 1947), n° 11,

p. 3-6, 9 fig. — Après avoir rappelé les conditions de répartition de la pression créée par une pompe de circulation accélérée dans une installation de chauffage par eau chaude, parties en surpression et en dépression, l'auteur indique les particularités de disposition de ces pompes (sur le départ ou sur le retour), pour une installation en parapluie, pour une installation de plain-pied et dans le cas où plusieurs pompes de caractéristiques différentes sont reliées à un groupe commun de chaudières. E. 1701 (◇).

392-16. Les pompes à chaleur ou thermopompes. PERUCHE (L.); *Nature, Fr.* (15 janv. 1947), n° 3128, p. 35-37, fig. — Description du fonctionnement de ces pompes et revue de leurs applications industrielles. E. 1114.8-14384 (\*).

393-16. Diamètres des thermosiphons. BOURCIER (L.); *Chaud-Froid* (août 1947), n° 8, p. 5-8, 3 fig. — Théorie du fonctionnement en thermosiphon, ordre de grandeur des pressions régnant dans les thermosiphons, rapport entre la chute de température et l'importance des radiateurs et des diamètres des canalisations, description du thermosiphon élémentaire, principe de la détermination des diamètres des thermosiphons. E. 1178 (◇).

394-16. Diamètres des thermosiphons à niveau avec radiateurs bas (suite). BOURCIER (L.); *Chaud-Froid* (nov. 1947), n° 11, p. 21-24, 7 fig. — Étude d'un cas particulier où la chaudière déjà d'une certaine puissance a une hauteur supérieure à celle du radiateur, l'ensemble fonctionnant en thermosiphon. Hypothèses peu précises sur la température moyenne et le niveau moyen de la chaudière à prendre en considération dans les calculs. Difficulté du fonctionnement en thermosiphon dans de telles conditions. Artifices pour tourner la difficulté. E. 1701 (◇).

395-16. Installation du matériel pour le chauffage électrique des habitations (Installation of domestic electric space heating equipment). Code 3.6421. *Codes of Practice Committee*. Ministry of Works (1947) [London], 15 p. E. 838, 64/35 (\*).

396-16. Une journée suisse du chauffage électrique. *Electricité, Fr.* (nov. 1946), n° 30, p. 242. — Résumé de conférences faites sur les applications de la HF et des rayonnements IR. E. 1114.8-14389 (\*).

397-16. Le chauffage électrique des locaux (Elektrische Raumheizung). HOTTINGER (M.) [Zurich]; *Bull. Ass. Suisse Electriciens* (1<sup>er</sup> juin 1946), n° 37, p. 291-298. — Description des différents procédés. Chauffage par accumulation et par parois chauffantes. Remarques sur des projets originaux. Bibl. E. 1114.8-14390 (\*).

398-16. Entretien préventif dans une installation d'hôtel (Preventive maintenance in a hotel-plant); *Mod. Power Engng, Canada* (sept. 1946), n° 40, p. 69-71, 122 fig. — Description des méthodes d'entretien préventif dans une centrale d'un grand hôtel, ayant donné de bons résultats dans la pratique : chaufferie, salle des machines, tuyauteries de chauffage, valves, radiateurs, thermostats, etc. E. 1114.8-14382 (\*).

399-16. Installations de plomberie et de chauffage n'utilisant que de la tuyauterie de cuivre dans 3 000 maisons à bon marché (All-Copper tube heating and plumbing installations in 3 000 low cost homes). *Plumb. Heat Journal* (oct. 1947), vol. 118, n° 10, p. 46, 48, 50, 52, 54, 58, 8 fig. — Cet article rend compte d'un travail de plomberie peu courant actuellement et qui a consisté à équiper 3 000 maisons à bon marché, sans caves, d'installations de chauffage et de canalisations d'eau en n'utilisant que du cuivre. L'article passe d'abord en revue le plan général standard adopté tant en plan qu'en élévation et examine ensuite le détail de la tuyauterie réservée au chauffage. Des indications sont fournies quant à la pose sur sol de la tuyauterie incorporée dans le ciment avec raccords permettant la pose des tuyaux au-dessus du sol. Toute la construction exécutée en grande série a permis de vendre chaque maison à 1 étage au prix moyen de \$ 7 500. E. 1504 (◇).

400-16. Chauffage par radiateurs à réglage indépendant. Description d'une installation existant dans un magasin d'automobiles, magasin d'exposition et annexes de service (Unit Heaters for efficient service. Description of an actual installation in an automobile office, showroom and service department). DUNCAN (R. B.); *Plumb. Heat Journal* (août 1947), vol. 118, n° 8, p. 62, 64, 66, 5 fig. — La note décrit un système de chauffage moderne dans lequel chaque élément de chauffage peut être réglé séparément indépendamment de l'ensemble. Le but est de pouvoir arriver à un réglage indépendant de chaque partie du local. Le contrôle de la température se fait au moyen de thermostats placés sur les murs et la chaudière placée dans un local séparé est munie d'un système de réglage automatique de la pression. Dans ce système on a prévu une grande réserve de capacité sans pertes de chaleur. L'article reproduit le schéma



de l'installation faite dans un magasin de vente de Chevrolet, schéma reproduisant l'emplacement des appareils, des thermostats, le tracé de la tuyauterie. L'article se poursuit par une courte description de la chaudière, chauffée au mazout, les figures donnant les indications sur le montage de tous les appareils, brûleurs, soupapes, etc. L'article se termine en résumant les avantages du système décrit. E. 1281 (◇).

401-16. **Consommations de charbon et de courant et frais d'exploitation pour le chauffage des locaux** (Größenordnung des Kollen- und Stromverbräuchs sowie der Betriebskosten für die Raumheizung). Mörs (W.) [Berlin-Tegel]; *Die Technik* (mars 1947), t. 2, n° 3, p. 137-139, 3 fig. — Indications sur de nouvelles normes à appliquer pour le calcul des consommations de combustible et des frais d'exploitation pour le chauffage des locaux. E. 1500 (◇).

402-16. **Le chauffage des habitations**. MISSENERD (A.) Ed. Presses universitaires de France, coll. « Que sais-je ? », 128 p., 42 fig. *Chauff. Vent. Cond.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 149. — L'ouvrage s'adresse aux usagers, traite des principes de la technique du chauffage (transmission et distribution de la chaleur), de la production de la chaleur (combustibles, combustion, chaudières, réglage de la combustion) des différents systèmes de chauffage central (à vapeur à haute et à basse pression, à vapeur sous vide, à air chaud, etc.), du chauffage par rayonnement, du chauffage électrique, du chauffage thermodynamique, du chauffage urbain, du conditionnement de l'air. E. 1800 (◇).

403-16. **Le chauffage des habitations en Angleterre** (Heating the homes of England). *Illustr. London News* (28 décembre 1946), p. 755, fig. — Photographies de différents appareils de chauffage exposés à Guildford. E. 106, P. 57/50 (+).

404-16. **Etudes sur le chauffage dans les maisons habitées** (Heating studies in occupied houses). MASON (P.); *J. Roy. Inst. Brit. Arch.* (oct. 1947), 9 p., 11 fig. — Pour voir dans quelle mesure l'isolement thermique influe sur la dépense de combustible, on a fait une expérience de chauffage sur 6 maisons d'isolements différents — vides la première année, habitées la deuxième. L'auteur précise les techniques spéciales qui ont permis de mesurer la température intérieure, les facteurs climatiques, les consommations de combustible et d'eau chaude, et de tenir compte des autres facteurs (par exemple l'aération dans les maisons habitées). Au stade actuel de l'expérimentation, l'auteur croit pouvoir conclure à l'avantage financier de l'isolement thermique de la maison (et du réservoir d'eau chaude). Il souligne enfin l'importance de l'aération, facteur variable avec les habitants. E. 1759 (◇).

405-16. **Le plus récent magasin de New-York maintient ses trottoirs libres de neige par chauffage à chaleur rayonnante** (New York's newest department store keeps sidewalks free from snow by radiant heating); *Plumb. Heat. Journal* (août 1947), vol. 118, n° 8, p. 67 et 129, 2 fig. — Cette notice donne une description sommaire d'un système de chauffage rayonnant réalisé par un magasin de New-York pour maintenir ses abords libres malgré la neige en hiver. Le système comporte des tuyaux en acier soudé formant comme un gril et qu'on a placé sous le trottoir. Des moyens ont été prévus pour l'écoulement de l'eau provenant de la neige fondue. L'article conclut en mentionnant l'économie de main-d'œuvre réalisée par ce procédé dans un pays où les chutes de neige sont fréquentes et abondantes. E. 1281 (◇).

406-16. **Contrôle du chauffage à panneau rayonnant** (Control of radiant panel heating). HAINES (J. E.); *Plumb. Heat. Journal* (sept. 1947), vol. 118, n° 9, p. 46-50, 127. — L'objet à rechercher avant tout dans tout projet d'installation de chauffage est d'assurer le confort des occupants du local. L'auteur expose la méthode de contrôle automatique du chauffage par panneau rayonnant. L'article passe en revue la question du chauffage par convection, par rayonnement et pose le problème du chauffage par panneau rayonnant : caractéristiques du contrôle par ce procédé, importance du facteur ventilation, inertie thermique par rapport au contrôle, inertie du panneau, capacité thermique, résistance thermique, inertie de l'ensemble de la construction et son influence sur le panneau, isolation du plancher. Conclusions d'ordre pratique sur l'établissement des panneaux. E. 1426 (◇).

407-16. **Un chauffage par plafond rayonnant caractérise l'installation de magasins nouvellement aménagés à Chicago** (New offices of Chicago jobber feature ceiling radiant heating installation). *Plumb. Heat. Journal* (sept. 1947), vol. 118, n° 9, p. 56, 58, 3 fig. — Cette notice décrit succinctement une réalisation toute nouvelle de chauffage par un rayonnement d'un plafond exécuté dans les bureaux et magasins d'une société de vente d'accessoires de plomberie de Chicago. Elle consiste à appliquer une tuyauterie de chauffage sur un plafond de 21 x 7 m

de manière à obtenir au plafond une température de 43° à 46° C. L'eau pompée à travers le système à raison de 50 l par minute était réchauffée par un appareil spécial monté sur le niveau de l'eau de la chaudière; la température de cette eau était maintenue à 82° C. minimum. La note décrit les appareils de contrôle, le système de circulation de l'eau et tous les accessoires. E. 1426 (◇).

408-16. **Tuyauterie de cuivre utilisée dans une installation de chauffage rayonnant dans une maison à deux étages** (Copper tubing used in radiant heating installation in two-story house). *Plumb. Heat. Journal* (sept. 1947), vol. 118, n° 9, p. 52, 54, 56, 6 fig. — Cette notice décrit une installation de chauffage rayonnant réalisée pour la première fois par une tuyauterie de cuivre dans une maison d'habitation à deux étages. La note est accompagnée de photographies décrivant l'installation réalisée dans les pièces principales de l'habitation. En particulier, la salle de bain comportant une longueur de 12 m de tuyauterie. Le contrôle consistait en des thermostats installés dans chacune des pièces. Le résultat obtenu par ce système de chauffage est décrit comme ayant été particulièrement satisfaisant. E. 1426 (◇).

409-16. **Le chauffage des usines et bureaux construits légèrement** (Warming a factory and offices of light construction). OVERTON (L. J.); *Plumb. Tr. J.* (15 déc. 1946), p. 41-42, fig. E. 106, P. 57/52 (+).

410-16. **La construction et les problèmes de chauffage. Les installations de chauffage collectif**. MICHAUD (J.); *Monit. Trav. Publ. Bât.* (18 oct. 1947), n° 42, p. 5-9. — Étude du bilan énergétique urbain, du chauffage par flot, du comptage, du choix du combustible. E. 1436 (◇).

411-16. **Deux projets de chauffage urbain** (Two district heating schemes); *Arch. Build. News* (4 avr. 1947) p. 12-14, fig. — Détails de deux projets pour Twickenham. E. 838, P. 64/21 (+).

412-16. **Chauffage urbain** (District heating); *Fuel Efficiency News* (janv. 1947); *Smokeless air* (1947), p. 47-48. — Détails des systèmes étudiés et agréés en Grande-Bretagne. E. 746, P. 63/46 (+).

413-16. **Le projet de chauffage urbain de Wythenshawe** (The Wythenshawe schema). NICHOLAS (R.); *Heat. Vent. Engr.* (déc. 1946), p. 263-266. E. 106, P. 57/56 (+).

414-16. **Chauffage urbain** (District heating); *Build. Res. Stat.* (oct. 1947). — Department of Scientific and industrial research. Library Bibliography, n° 55 n., 299 réf. E. 1766 (◇).

415-16. **La conférence du chauffage urbain** (The district heating session). *Heat. Vent. Engr.* (déc. 1946), p. 251-253. — Examen critique de la session du chauffage urbain à la conférence « L'avenir du combustible ». E. 106, P. 57/54 (+).

416-16. **Memorandum sur l'application du chauffage urbain aux agglomérations de petites maisons** (Memorandum on district heating as applied to small housing estates). PALLOT (A. C.); *Heat. Vent. Engr.* (déc. 1946), p. 253-263, fig. — Memorandum établi sur la demande du Sous-comité du chauffage urbain (Comité chauffage et ventilation dans la reconstruction). E. 106, P. 57/55 (+).

417-16. **Economies de combustible et chauffage urbain**. DUPUY (R.) et LIEBAUT (A.); *Bull. Soc. Ing. Civ. Fr.* (1947), n° 11 à 13, p. 92-93. — L'auteur tire les conclusions de l'étude réalisée par la Commission chargée d'apprécier l'opportunité d'installation du chauffage urbain dans les villes de France; la rentabilité de l'installation est fonction de la densité calorifique du réseau et du nombre d'heures d'utilisation de la puissance; elle est favorisée par la possibilité d'emploi de combustibles à bon marché, par le meilleur rendement des chaudières utilisées dans ces installations, par la présence de consommateurs industriels permanents. Il examine l'influence des tarifs. E. 1173 (◇).

418-16. **Revue des périodiques continentaux de chauffage et ventilation. II. Application des éjecteurs dans les installations domestiques d'eau chaude, lorsque celles-ci sont reliées à des installations de chauffage par eau chaude pulsée** (Review of continental heating and ventilating journals. II. Application of ejectors in domestic hot water service installations where these are connected with accelerated hotwater heating systems). FISCHER (L. J.); *Heat. Vent. Engr.* (déc. 1946), p. 272-275. — Analyse de deux articles parus dans un périodique suédois. E. 106, P. 57/57 (+).

419-16. **De l'eau chaude où et quand vous en avez besoin (à suivre)** (Hot water where you want it and when you need it). HURTON (W.); *Plumb. Heat. Journal* (août 1947), vol. 118, n° 8, p. 74-85. — L'article a pour objet les applications du chauffage, la tuyauterie, et les méthodes à employer en vue de la fourniture d'eau chaude pour les besoins domestiques et industriels. L'ar-



ticle donne sous forme de tableaux la prévision des demandes ou des besoins en eau chaude suivant les divers types de bâtiments, par personne ainsi que par locaux suivant la destination des bâtiments. Ces tableaux ont pour but de donner des bases pour l'établissement de projets d'installations et prétendent couvrir tous les cas usuels qu'il est possible de rencontrer. D'autres tableaux ont pour but de préciser les consommations dans le cas de blanchisseries, pour hôpitaux ou blanchisseries publiques ainsi que pour le blanchissage domestique. E. 1281 (◇).

420-16. **De l'eau chaude où et quand vous en avez besoin** (suite) (Hot water where you want it and when you need it). HURTON (W.); *Plumb. Heat. Journal* (sept. 1947), vol. 118, n° 9, p. 83-84, 5 fig. — Il s'agit des applications du chauffage des tuyauteries et des méthodes pour fournir de l'eau chaude pour les besoins domestiques et commerciaux; description de l'appareillage et en particulier des moyens de contrôle des températures, des régulateurs de vapeur; à titre d'exemple, description schématique d'une installation avec ses accessoires. E. 1426 (◇).

421-16. **De l'eau chaude à volonté où et quand vous en avez besoin** [suite] (Hot water where you want it and when you need it). *Plumb. Heat. Journal* (oct. 1947), vol. 118, n° 10, p. 60-63, 5 fig. — Réchauffeurs automatiques à gaz pour eau chaude. Divers types sont passés en revue avec schémas indiquant leur mode de fonctionnement. L'article insiste principalement sur un type d'appareil automatique et donne des indications sur le réservoir d'eau combiné avec cet appareil. Quelques règles concernant l'installation de la tuyauterie de circulation terminent l'article. E. 1504 (◇).

422-16. **Eau chaude et installation de buanderies domestiques** (Hot water and laundry appliances for the home). BAL-LANTYNE (A.); *Nail House Build.* (janv. 1947), p. 7-10, fig. — Revue des derniers perfectionnements. E. 107, p. 58/17. (+).

## Traitement de l'air et de la matière.

423-16. **Principes généraux de ventilation industrielle et de conditionnement d'air**. DENIS-PAPIN (M.). Edit. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris (1948), 120 p. (16 × 24), 40 fig. — Exposé des principes de ventilation et de conditionnement d'air, dont les différents chapitres concernent : la ventilation et les techniques connexes; la ventilation mécanique simple et le dépoussiérage; les données numériques sur l'écoulement de l'air; le chauffage par air pulsé; les données numériques sur la transmission de la chaleur; la technique de l'air humide; conditionnement et climatisation; le séchage par air pulsé et la dispersion des buées; des données numériques sur l'hygrométrie. E. 1869 (◇).

424-16. **Ventilation et chauffage** (Ventilation and heating). BEDFORD (T.); In *Industrial medicine* [London], Eyre and Spottiswoode (1944), (22 × 14,5), p. 147-159. — Hygiène de l'aération des locaux. Critique de la méthode de désinfection par l'ozone. La formule : air frais =  $60/K - 0,04$ , dans laquelle K est la % de CO<sub>2</sub> permet de calculer la quantité d'air frais par h à fournir. Chauffage et t° optimum (de 15° C à 18° C). E. 1114.8-14474 (\*).

425-16. **Le froid dans les installations de conditionnement de l'air** (à suivre). MICHAUD (M.); *Rev. prat. Froid, Fr.* (déc. 1936), n° 2, p. 15-17. — Problème fondamental du conditionnement. Solution du problème. E. 1114.8-14473 (\*).

426-16. **Filtrage de l'air** (Air filtration). BILLINGTON (N. S.) et SAUNDERS (D. W.); *Build. Res. Stat.* (8 janv. 1947), 45 p., 32 fig. — Brochure donnant le compte rendu d'une séance de la Station des Recherches consacrée à la question du filtrage de l'air. La brochure comporte 3 chapitres se référant le premier aux fonctions que doit assumer une installation de filtrage et de ventilation; le second est consacré à une revue de la littérature principalement américaine ayant trait à la question et le troisième chapitre passe en revue les recherches poursuivies par la station avec détails des essais et donne les relations empiriques entre le rendement, la résistance des filtres et la rapidité de leur fonctionnement; la brochure décrit ensuite un nouveau procédé de filtrage considéré comme assurant un rendement élevé. E. 1402 (◇).

427-16. **Filtre d'air, système Linderöth**. BLOMEN (M.) *Schweiz. Techn. Z.* (22 mai 1947). — Ce filtre d'origine suédoise est constitué par une tôle perforée de trous obliques sur laquelle on dirige le gaz à dépoussiérer sous une direction oblique. Exposé du mode de fonctionnement, de la réalisation et du rendement obtenu. E. 1735 (◇).

428-16. **Systèmes de conditionnement d'air pour immeubles de rapport** (Air conditioning systems for rental buildings). MEEK (G. W.); *Arch. Rec.* (déc. 1946), p. 111-116. — Tableau comparatif de différents systèmes. E. 107, p. 58/53 (+).

429-16. **Code des spécifications minima pour le conditionnement de l'air** (Code of minimum requirements for comfort air conditioning); *Am. Soc. Heat. Vent. Engr.* [New-York] (1938), 3 p. E. 106, 57/66 (+).

430-16. **Des poussières industrielles et de leur captation**. PRAT (E.); *Chauff. Vent. Cond.* (juil.-août 1947), n° 4, p. 115-124, 8 fig. — L'auteur note l'utilité du dépoussiérage et passe en revue les moyens utilisés pour le réaliser : appareils à sédimentation naturelle, appareils à choc, appareils filtrants, appareils à captation hydraulique, appareils électrostatiques, appareils dynamiques. E. 1716 (◇).

## Éclairage. Installations électriques.

431-16. **Etudes d'ensoleillement en urbanisme et en architecture**. ANTOINE (P.); *Tech. Archit.* (1947), vol. 2, n° 3-4, p. 187-190, 5 fig. — L'auteur se propose de représenter l'ensoleillement aux divers jours de l'année, et aux diverses heures, d'un emplacement donné tel qu'une fenêtre ou un trottoir. La méthode consiste à tracer un réseau des trajectoires solaires aux différentes époques et heures et à lui superposer le graphique des angles sous lesquels sont vues les crêtes des obstacles, pour en déduire immédiatement les durées d'ensoleillement. E. 1241 (◇).

432-16. **La fenêtre métallique et l'ensoleillement à l'intérieur de la maison**. FRADET (F.); publ. par O. T. U. A. Acier (1946), 16 p., 12 fig. — L'auteur expose l'action du rayonnement solaire sur le corps humain, sa composition physique, et analyse les effets de ses différentes radiations. Il étudie les problèmes de l'ensoleillement extérieur et intérieur en fonction des mouvements du soleil et de l'orientation de la façade. Il procède enfin à une étude comparée des surfaces ensoleillées avec les menuiseries métalliques et avec les menuiseries en bois pour les différents types de croisées : fenêtres à deux vantaux à la française, fenêtre à deux vantaux et imposte à la française, fenêtre à quatre vantaux et imposte à la française, fenêtre à guillotine. E. 1548 (◇).

433-16. **Le rôle des « footlamberts » dans l'éclairage intérieur** (The role of footlamberts in interior lighting). FREDERICK (W. G.); *Electr. Light Power U. S. A.* (sept. 1946), n° 24, p. 24, 54, 56, 58, 60, fig. — Discussion sur la mesure des brillances des éclairages et son application à la détermination des installations d'éclairage intérieur. E. 1114.8-14487 (\*).

434-16. **Lumière naturelle réfléchie par le plafond** (Natural light reflected from the ceiling). GREENE (B. F.) [New-York]; *Illum. Engng. U. S. A.* (juin 1946), n° 41, p. 474-484. — Méthode simple, utilisant des « facteurs de plafond », permettant de calculer la quantité de lumière du jour réfléchie en un point au fond d'une pièce. E. 1114.8-14486 (\*).

435-16. **La lumière du jour et le tracé d'un plan d'urbanisme** (Daylight and town planning). ALLEN (W. A.); *Proc. Illum. Engng. Soc. Conv.* (16 mai 1946), 9 p., 9 fig. — Cette brochure reproduit une conférence faite à la Société des Ingénieurs de l'éclairage, au cours de laquelle on se proposait de donner des principes de base sur lesquels devaient être établis les plans d'urbanisme en ce qui concerne l'éclairage naturel. Tous les cas possibles en ce qui regarde l'emplacement réciproque des bâtiments voisins sont passés en revue; une critique s'adresse à des bâtiments vétustes dont les erreurs ne doivent plus être reproduites; ou ne doivent plus craindre de pousser en hauteur les bâtiments. La brochure reproduit quelques photographies représentant des constructions de type ancien et des constructions récentes où l'on s'est ingénié à résoudre au mieux le problème de l'éclairage. E. 1400 (◇).

436-16. **Sources lumineuses modernes pour l'éclairage**. LEBLANC (M.); *Electricité* (fév. 1946), n° 113, p. 39-44. — Étude des progrès de rendement des lampes à incandescence, des lampes à vapeur de sodium, à vapeur de mercure à haute pression, des lampes tubulaires fluorescentes; avec des tableaux des caractéristiques. E. 1397 (◇).

437-16. **L'éclairage rationnel des bâtiments commerciaux** (Office buildings need engineered lighting). VARNER (L. E.); *Electr. Light Power, U. S. A.* (sept. 1946), n° 24, p. 86-88, 90, 1 fig. — Examen des différents problèmes qui doivent être pris en considération pour une installation rationnelle d'éclairage des locaux commerciaux. Ces problèmes ont été étudiés par un Comité de l'éclairage à Philadelphie. E. 1114.8-14483 (\*).



438-16. **Un éclairage correct entraîne moins de fatigue dans l'industrie** (Correct illumination means less industrial fatigue). PEEL (P. W.); *Glass*, G. B. (nov. 1946), n° 23, p. 307-308. — Caractéristiques de l'éclairage des locaux industriels et des ateliers. Calcul du nombre de lampes et de leur position. E. 1114.8-14517 (\*).

439-16. **L'éclairage par tubes lumineux** (Luminous tube lighting). MILLER (H. A.) [London], G. Newnes (1945) (22 x 14), 152 p., fig., pl. 10 s. 6 d. — On ne trouvera dans ce livre à peu près aucune considération théorique sur la décharge dans les gaz, mais de nombreux renseignements pratiques sur l'éclairage. Matériaux employés. Verres, gaz, métaux des électrodes. Formes des pièces. Technique du vide. Description et usage des tubes à électrodes froides et chaudes à basse et haute pression. Tubes colorés. Tubes fluorescents. Caractéristiques d'installation. Publicité par les tubes à néon. Emploi pratique. E. 1114.8-14484 (\*).

440-16. **Réglage de la lumière émise par les tubes fluorescents à haute tension**. GRUBER (W.); *Bull. Ass. Suisse Electriciens* (4 oct. 1944), n° 20, p. 639-641, 5 fig. — Des essais ayant prouvé qu'il est facile de régler, même jusqu'à extinction complète, la lumière émise par des tubes fluorescents à haute tension; une salle de cinéma a été équipée pour la première fois en Suisse en 1942 en tubes fluorescents à haute tension à remplissage d'argon et de mercure. L'auteur démontre pourquoi un affaiblissement aussi considérable du flux lumineux est possible, de même que le processus inverse lors du réenclenchement. Ce système de réglage n'est toutefois pas applicable aux tubes à remplissage à néon (◇).

## Acoustique. Insonorisation.

441-16. **Influence du conditionnement sonore sur le résultat économique** (Sound conditioning spurs sales). ROWLAND (J. J.); *Radio News*, U. S. A. (nov. 1946), n° 66, p. 30-31, 165-166, fig. — Notions d'acoustique des bâtiments. Coefficients d'absorption et de réflexion sonores des principaux matériaux de construction. Détails de réalisation de parois isolantes. Influence de l'insonorisation d'un magasin sur le chiffre d'affaires. E. 1114.8-11890 (\*).

442-16. **L'Institut de Pathologie de Lausanne** (Pathological Institute at Lausanne); *Arch. Build. News* (4 avril 1947), p. 9-11, fig. — Dans cette construction de B. A. l'isolement sonore est obtenu par diverses formes spéciales. E. 838, P. 64/34 (+).

443-16. **L'acoustique des bâtiments** (Acoustics of buildings). WATSON (F. R.); 3<sup>e</sup> éd., New-York, J. Wiley and Sons [London], Chapman and Hall, 1941 (23 x 15), x-171 p., fig. — Lois fondamentales de la transmission du son. Calcul du temps de réverbération; réflecteurs. Considérations permettant l'amélioration des performances acoustiques d'une salle. Coefficients d'absorption de différents matériaux. L'isolement acoustique est également envisagé pour les laboratoires, de même que l'atténuation de toutes les vibrations. E. 1114.8-11895 (\*).

## Protection contre l'incendie.

444-16. **La reconstruction et la protection contre l'incendie (Choix des matériaux)**. BRICARD (G.); *Sécur. Prévent. Feu, Fr.* (juil.-août 1946) n° 11, p. 191-194, fig. — Le problème consiste à déterminer à quelles conditions doit répondre un bâtiment pour supporter un incendie normal et à choisir les matériaux qui permettent cette résistance. Cas des revêtements pouvant être employés dans un but décoratif ou pour la protection d'éléments combustibles. Discussion. E. 1114.8-15188 (\*).

445-16. **La prévention dans la construction**. LECLERC; *Rev. Bois* (sept.-oct. 1947), vol. 2, n° 9-10, p. 39. — Dans ce rapport l'auteur souligne l'intérêt de rendre les fermes lamellaires peu combustibles. Il préconise l'étude de nouveaux systèmes d'enrobage du bois de charpente, l'emploi de portes palières opposant au feu une résistance en rapport avec la hauteur de l'immeuble et la pose du revêtement apparent des planchers sur un matériau incombustible. E. 1524 (◇).

446-16. **La prévention dans la construction. Architecture et urbanisme**. LECLERC; *Sécur. Prévent. Feu, Fr.* (juil.-août 1946), n° 11, p. 186-190. — Projets pour la reconstruction de bâtiments renfermant des matières combustibles, l'emplacement des postes de secours la protection contre les causes d'in-

cendie venant de l'extérieur, l'évacuation des occupants. Recommandations relatives au chauffage. Discussion. E. 1114.8-15189 (\*).

447-16. **Protection contre l'incendie des bâtiments industriels et commerciaux**. DOMEZON (C.); *Arch. Franç.* (fév.-mars 1947), n° 67-68, p. 94-97, 9 fig. — Étude des moyens de protection contre l'incendie : appareils de premiers secours, services d'incendie à eau, détecteurs, extincteurs automatiques dits sprinklers, dispositions particulières à prendre au point de vue architectural. E. 1229 (◇).

448-16. **Les divers procédés de détection et d'alarme (Vol et Incendie)**. ÉGAL (M.); *Sécur. et Prévent. du Feu* (juil.-août 1947), t. 3, p. 144-152, 20 fig. — La défense automatique contre le vol basée sur les phénomènes physiques ou chimiques comporte plusieurs stades et nécessite l'autonomie du courant et l'enregistrement des mises en marche et des arrêts. Principes des divers dispositifs de protection utilisés contre le vol, tous sont vulnérables. Énumération des divers détecteurs d'incendie et détails sur les progrès qui leur ont été apportés et sur certaines de leurs applications. E. 1740 (◇).

449-16. **Les poutres en béton armé endommagées par le feu** (Reinforced concrete beams damaged by fire); *Build. Res. Stat.* (1946), 7 p. — Examen des dommages d'importance variable occasionnés par le feu et des réparations correspondantes. E. 530, 61/47 (+).

450-16. **La protection des dépôts de films**. BATHÉLIER (M.); *Sécur. et Prévent. du Feu* (juil.-août 1947), t. 3, n° 7-8, p. 140-143, 5 fig. — L'étude concerne l'état actuel des dépôts de films cinématographiques, les défauts habituels de leur construction et de leur exploitation et les mesures à prendre pour réduire les dangers inhérents à de tels établissements, étant donné les caractères et les inconvénients de la combustion de la nitrocellulose (limitation des charges de cellulose, isolement des dépôts, disposition en forme de cheminée et de dépôts alvéolaires). E. 1740 (◇).

451-16. **Dés dortoirs à l'épreuve du feu** (Dormitory of fire resistant construction); *Engng. News-Rec.* (6 mars 1947), p. 73-74, fig. — Dans la construction d'un dortoir pour 430 jeunes filles à l'Université de Cornell, on a réduit au minimum les risques d'incendie en utilisant le métal pour la poutrelle, les portes, châssis et lattis; il y a une ossature métallique et des murs porteurs en maçonnerie. E. 838, P. 64/33 (+).

452-16. **Electricité et risques d'incendie** (Electricity and fire risk). HODGES (E. S.) (Londres Pitman), (1947), 2<sup>e</sup> éd., 285 p. *Struct. Engr.* (déc. 1947), n° 12, p. 555. — Ouvrage destiné au lecteur non spécialisé. Il tient compte de l'importance de l'acier dans le bâtiment moderne. E. 1790 (◇).

453-16. **Revêtement protégeant contre le feu les ouvrages d'art en bois à tablier non ballasté** (Fire-retardant coatings for use on open deck bridges). ARTIX (U. S.); *Railw. Engrg. Maint.* (mai 1947), p. 482-483, 4 fig. — Adoption d'un revêtement composé de pierres concassées agglutinées par un mélange d'asphalte et destiné à remplacer les peintures ignifuges dont la résistance au feu est insuffisante. Exposé des essais effectués et mise au point de ce type de revêtements applicable aux estacades et aux ponts en charpente. E. 1465, p. 258 (◇).

454-16. **Spécifications pour la protection des immeubles à ossature métallique contre l'incendie**, traduit de l'Am. *Inst. Steel Constr.* (O. T. U. A.) (1946), 11 p., 4 fig. — Cette spécification définit les conditions de protection des ossatures métalliques exposées aux risques d'incendie. Elle fournit un classement des risques d'incendie d'après leur intensité, leur durée et la quantité de matières combustibles par unité de surface horizontale des locaux. Elle étudie les efforts que peuvent supporter les ossatures métalliques aux différentes températures et en déduit les limites de températures à retenir pour l'étude de l'efficacité de la protection fournie par les matériaux résistants au feu. E. 1557 (◇).

455-16. **L'aménagement des bâtiments contre l'incendie. 1<sup>re</sup> partie. Principes généraux et règles de construction** (Fire grading of building. Part I. General principles and structural precautions). *Min. of Works* [London] (1946), 116 p. E. 106, 57/67 (+).

456-16. **L'incendie dans les maisons en bois**. *Rev. Bois* (sept.-oct. 1947), vol. 2, n° 9-10, p. 32. — C'est ce que contient la maison qui constitue le véritable danger d'incendie. Une statistique de l'association américaine « National Lumber Manufacturers Association » prouve que les maisons en bois constituent 75 % environ de l'ensemble des constructions aux U. S. A. et que la proportion de feux déclarés des maisons en bois est la même que celle des constructions en béton et moins élevée que celle des maisons en dur. E. 1524 (◇).



## Danger aérien.

457-16. Les effets de la bombe atomique à Hiroshima et Nagasaki (Rapport de la mission britannique au Japon) (traduction MARUELLE); *Sécur. et Prév. du feu* (nov.-déc. 1946), p. 289-295, 8 fig. — Le rapport, après avoir indiqué les conditions dans lesquelles ont été effectués les bombardements, décrit la situation géographique et souligne l'importance industrielle de ces deux villes avant leur bombardement. Il note les observations visuelles relatives à l'explosion des deux bombes, la nature, l'étendue, la répartition des destructions qu'elles ont produites, l'aspect des deux villes après ces bombardements. Il analyse les phénomènes d'ordre physico-chimique qui se sont manifestés au cours de l'explosion. E. 884 (◇).

458-16. Les effets de la bombe atomique à Hiroshima et Nagasaki (suite) (traduction MARUELLE); *Sécur. et Prév. du feu* (janv.-fév.-mars 1947), t. 3, n° 1-2-3, p. 12-19, 12 fig. — Puis l'auteur étudie les effets de souffle produits, leur étendue, leur action. Il examine les dégâts occasionnés aux établissements commerciaux et industriels, aux machines, aux maisons, aux abris, aux services publics, ainsi que le détail des effets provoqués par la chaleur rayonnante. E. 1240 (◇).

459-16. Les effets de la bombe atomique à Hiroshima et Nagasaki (suite) (traduction MARUELLE); *Sécur. et Prév. du feu* (avril-mai-juin 1947), t. 3, n° 4, 5 et 6, p. 65-71, 9 fig. — Cette traduction du rapport de la mission britannique au Japon expose le problème de l'incendie puis étudie les effets radioactifs, les pertes humaines, et conclut en estimant les dégâts matériels et les effets sur la population qu'il faudrait attendre de l'explosion d'une seule bombe sur une ville occidentale. E. 1302 (◇).

460-16. Constructions d'abris contre les bombes incendiaires (Structural protection against incendiary bombs); *J. Franklin Inst. U. S. A.* (avril 1942), n° 233, p. 381-382. — La protection peut s'obtenir par des dalles de ciment de béton, de mâchefer ou de laitier, dont l'épaisseur n'est limitée que par la résistance du plancher. Recouvrir les murs de matières ininflammables. E. 1114.8-15190 (\*).

461-16. Le bombardement de Rotterdam, ses effets sur les constructions en béton armé. La reconstruction du port et du théâtre municipal. BRJLS (A.); *Génie Civil* (1<sup>er</sup> sept. 1947), t. 124, n° 17, p. 325-328, 10 fig. — A Rotterdam l'effet des bombes allemandes de 1940 sur le béton armé a été variable. En général le monolithisme a empêché l'écroulement. En 1944, le port a beaucoup souffert, sa reconstruction est en cours suivant des procédés décrits par l'auteur. Le théâtre a été reconstruit provisoirement en 1941 avec des matériaux et même des pieux récupérés dans les décombres de la ville. E. 1195 (◇).

462-16. Les poutres en béton armé endommagées par explosion (Reinforced concrete beams damaged by explosion); *Build. Res. Stat.* (1946), 12 p. — Les dégâts sont de trois types : 1° séparation de la dalle et de la poutre; 2° fissures et déformations vers le bas ou vers le haut; 3° rupture partielle de l'adhérence ou glissement à l'extrémité encastree. Indications sur les réparations à effectuer dans ces trois cas. E. 646, 62/65 (\*).

463-16. La résistance des ossatures métalliques aux bombardements. Traduction d'un extrait de *Steel Constr. Digest* (juil. 1945), 4 p. — Quelles caractéristiques doivent avoir les constructions pour s'assurer le maximum de sécurité en cas d'attaque aérienne ? Les enquêteurs de l'Armée américaine en Angleterre et en Allemagne ont constaté que la construction monolithique n'est pas invulnérable. De même que les usines allemandes en partie détruites par un bombardement étaient reconstruites en moins de 8 semaines grâce à des profilés d'acier, l'industrie anglaise put continuer de fonctionner en 1942 parce que ses usines à ossature métallique avaient résisté aux bombardements. La tendance anglaise est de reconstruire en acier. E. 1542 (◇).

## Organisation. Documentation.

464-16. L'histoire d'une maison. Chapitres 10-11. Les travaux préparatoires (The story of a house. Chapter 10-11. Preparatory work). TELFER (C.). *Illustr. Carp. Build.* (4 avril 1947), p. 332 (11 avril 1947), p. 364 et 366. — Les exigences du site et les sujétions de la main-d'œuvre. Le travail préparatoire de l'entrepreneur en ce qui concerne l'affectation de la main-d'œuvre

et l'adjudication, les démarches pour l'acquisition des matériaux et l'obtention d'une licence pour le bois de construction. E. 838, P. 64/39/40 (\*).

465-16. L'industrialisation du bâtiment et la reconstruction. *Monit. Trav. Publ. Bât.*, numéro illustré hors série. — Ce numéro traite de la recherche scientifique et des matériaux, de la modernisation des industries de matériaux, de l'organisation rationnelle du travail, de la mécanisation, des chantiers, de la normalisation, de la préfabrication, des techniques américaines, etc... E. 1130 (◇).

466-16. L'étude des temps et des méthodes permet d'accélérer la construction (Time and methods study speeds construction). HOMER (G.); *Engng. News Rec.* (5 avril 1945), n° 14, p. 160-164, 4 fig. — L'administration de la Tennessee Valley a mis au point des méthodes pour les grands travaux qui ont permis de réduire notablement les temps d'emploi du matériel et la durée des travaux; les sommes consacrées à ces études ont été ainsi largement récupérées. Les enquêtes ont porté sur les méthodes de construction et l'utilisation du matériel plus que sur les temps individuels comme dans la plupart des chronométrages faits en usine. Indication des prix unitaires d'un certain nombre d'opérations. E. 1494 (◇).

467-16. Organisation du travail. *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 78-79, 2 fig. — Exposé succinct des procédés américains pour l'organisation du travail dans la construction par la répartition des responsabilités des divers services et par la procédure à appliquer par l'entrepreneur général. E. 1128 (◇).

## Main-d'œuvre.

468-16. Les économies de main-d'œuvre et d'énergie dans les entreprises du bâtiment et des travaux publics. PEHUET (L.); *Hommes et Techn.* (juil. 1947), n° 30, p. 15-18. — Le problème de la modernisation de l'industrie du bâtiment et des travaux publics comporte des aspects techniques, psychologiques et financiers. Des économies substantielles ne pourront être obtenues que sur les chantiers importants; il convient donc d'éviter de trop fractionner les lots et de favoriser l'équipement en matériel. L'industrialisation du bâtiment est liée au respect des normes, à une coordination entre bureaux d'études et bureaux d'architectes et à un effort d'invention; elle nécessite le concours de la profession organisée. E. 1185 (◇).

469-16. Etude d'une méthode appliquée à la pose des briques en Hollande (Method study applied to brick laying in Holland). MAYCOCK (L. G.); *The Builder* (3 oct. 1947), 4 p., 1 fig. — Cette note, rédigée sous les auspices du Ministère Britannique du Travail, a pour but d'attirer l'attention sur une des méthodes d'analyse du travail appliquée en Hollande en ce qui concerne la pose des briques. La méthode a pour objet de décomposer tous les éléments d'exécution par rapport aux temps passés et de les comparer à un standard type. La note expose le détail complet de la méthode, la manière dont les standards ont été établis et donne des exemples complets d'application de cette méthode qui est appliquée en Hollande, non seulement à l'objet particulier, mais à tous les détails d'une construction. E. 1538 (◇).

## Matériel et outillage.

470-16. Le matériel d'entreprise. Les matériaux et les procédés de construction. MOREL (H.); *Techn. Mod. Constr.* (juin 1947), t. 2, n° 3, p. 72-90, 61 fig. — Étude sur le matériel d'extraction, de battage, de terrassement, de conditionnement, de mise en œuvre, bétonnières, coffrages métalliques, échafaudages, machines à enduire, vibrateurs, matériel pour routes, compresseurs, pompes, tracteurs, appareils de manutention. Descriptions d'éléments préfabriqués pour murs et toitures, menuiseries, blocs eau, bâtiments préfabriqués. E. 1181 (◇).

471-16. Matériel d'entreprise britannique (British construction equipment). 1 vol. (21 × 28 cm), 172 p., fig. — Édité par la Federation of Manufacturers of Contractors plant, 12, 13, South Place [Londres E. C. 2]. — Association de fabricants anglais de matériel d'entreprise; cette publication réunit les caractéristiques du matériel construit par les adhérents de l'Association. Des renseignements techniques utiles à tous les entrepreneurs terminent l'ouvrage. Le texte est répété en français et en espagnol. E. 1528 (◇).



472-16. **Equipement mécanique des chantiers.** Arch. aut. (juil. 1947), n° 12, p. 68-77, 30 fig. — Description des divers engins mécaniques utilisés sur les chantiers des U. S. A. : pelle à moteur, machine à creuser les tranchées, grue à moteur, rouleau « pieds de moutons », bulldozer, niveleur, scraper, chariot de manutention, camion malaxeur de béton, surfacteur, scie à main, à moteur, ponceuse, pistolet, machine à parpaings de béton, etc... E. 1128 (◇).

473-16. **Le matériel routier à la Foire de Paris.** Rev. gén. Routes, Fr. (août 1946), n° 16, p. 15-16, 4 photos. — Matériels d'entreprise présentés : rouleaux compresseurs, matériel d'épandage des liants et de confection des revêtements, damage, vibration, machines finisseuses; matériels de terrassement, de bétonnage, de carrière. E. 1114-8-14904 (\*).

474-16. **Nouvel appareil automateur de terrassement de la Société La Plant-Choate** [États-Unis] (La Plant-Choate's New « Moto-Scraper »); Highw. Bridges Aerod. (5 nov. 1947), vol. 14, n° 696, p. 5, 1 fig. — Appareil de terrassement avec moteur Diesel de 225 h p, monté sur 4 pneus extra-larges; le moteur a 4 vitesses AV et 1 vitesse AR. La machine permet tous travaux de terrassement : déplacer la terre, la transporter, la répandre, et transporter tous autres matériaux. La note donne certains détails de construction de cette machine. E. 1534 (◇).

475-16. **Considérations sur le déplacement horizontal des charges dans le cas des transbordeurs, des derricks de chantier, des grues [à suivre].** FISCHER (J.); Travaux (oct. 1947), n° 156, p. 527-532, 9 fig. — L'auteur étudie la possibilité de réaliser un transbordeur dans lequel on puisse faire déplacer la charge horizontalement en liant cette charge à sa roulette-support par un filin de longueur commandée par le déplacement même de la roulette-support. Il aborde ensuite l'étude d'un transbordeur bifilaire à déplacement horizontal de charge par combinaison des mouvements des câbles inférieur et supérieur. E. 1483 (◇).

476-16. **Construction d'un grand barrage voûté par « Usine Titan ».** GEHIN (J.); Bull. Com. Franç. Grds Barr. (avril 1947), n° 13, p. 26-32, 6 fig. — Procédés généraux de transport des matériaux de barrages : blondins, passerelles de service pouvant supporter un pont roulant. Projet d'emploi d'une grue Titan dont l'axe coïnciderait avec le centre de la courbe du barrage. E. 1389 (◇).

477-16. **Construction simplifiée d'un barrage** (Dam building simplified); Const. Methods (Mc Graw-Hill Digest) (juin 1947), p. 34. — En vue de simplifier les opérations de construction du barrage de Norwalk Lake, on a procédé au malaxage du béton pendant le trajet entre l'usine locale et l'emplacement du barrage et on l'a mis en place au moyen de godets spéciaux remontés par des grues mobiles. Neuf trucks traitaient ainsi 6 200 m³ de béton; le béton était coulé à la moyenne de 72 m³ par jour. Opérant comme une coquille, un godet spécial de forme cubique déchargeait rapidement le truck. Des trappes ménagées dans le fond étaient également utilisées pour pouvoir opérer rapidement le déchargement. E. 1308 (◇).

478-16. **Tablier transporteur mobile** (Pioneer portable apron feeder). Roads Bridges [Canada] (oct. 1946), n° 84, p. 96. — Convoyeur déplaçable pour les matériaux rocheux aigus, abrasifs; largeur : 910 mm, longueur : 9 m. E. 1114-8-14081 (\*).

479-16. **Les ponts roulants de l'usine hydro-électrique de Ruppertswil-Auenstein.** KESSLER (J.); Schweiz Techn. Z. (1<sup>er</sup> mai 1947). — Article décrivant les ponts roulants de 125 t de l'usine de Ruppertswil-Auenstein : portée 16,80 m. Poids 66 t. Vitesses : de translation 15 m/mn, de levage 0,50 et 2 m/mn. E. 1390 (◇).

480-16. **Mise en place de plaques en béton moulées à l'avance pour murs** (Erecting precast wall slabs). Conc. Build. Conc. Prod. (août 1947), vol. 22, n° 8, p. 117-118, 2 fig. — Cette notice rend compte des méthodes adoptées en Amérique pour monter des plaques en béton pesantes pour murs, plaques qui ont été moulées à l'avance en position horizontale. L'exemple décrit dans la note se rapporte à une plaque pesant 6 t. Le procédé employé a consisté à mettre la plaque en contact avec un dispositif pneumatique lié à une poutre élévatrice, et à faire le vide. Un autre procédé emploie un appareil à bascule supportant la plaque, appareil qui peut se redresser verticalement. E. 1146 (◇).

481-16. **Broyage, transport et tamisage** (Crushing, conveying and screening). MIDDLETON-WALKER (J. R.); Highw. Bridges Aerod. (22 oct. 1947), vol. 14, n° 694, p. 1, 3-4. — L'article a pour objet de décrire des installations de broyage et leurs parties complémentaires, les appareils de transport des matériaux broyés aux tamis. Il passe d'abord en revue les différents types d'appareils

de broyage employés dans les chantiers, en donne la comparaison, passe en revue les appareils utilisés en vue de compléter un premier broyage; une description des appareils de transport suit, l'article insistant surtout sur les appareils de transport par courriel. L'article s'achève sur une analyse détaillée des divers systèmes et appareils de tamisage. E. 1459 (◇).

482-16. **Sonnette à battre les pieux mue par combustion interne système Delmag.** Génie Civ. (1<sup>er</sup> nov. 1947), t. 124, n° 21, p. 419, 2 fig. — Inventées par les Allemands pendant la guerre, ces sonnettes sont légères et facilement transportables. Le bâti se monte et se démonte sans engin de levage. Le mouton fonctionne comme le piston d'un moteur à combustion interne. Le mouton pèse entre 500 et 1 800 kg. E. 1528 (◇).

483-16. **Forage thermique du béton et des pierres.** LEBRUN; Soudure et Tech. Conn. (sept.-oct. 1947), vol. 1, n° 9-10, p. 190-200, 18 fig. — Exposé de l'adaptation du procédé de découpage à la lance au forage de trous dans le béton et la pierre. Description du matériel et des consommations de métal et de gaz dans chaque cas examiné des applications à la destruction des ouvrages du mur de l'Atlantique et autres. Extension possible du procédé au forage des puits de pétrole et autres usages. E. 1523 (◇).

484-16. **Le percement thermique du béton et de la pierre** (The thermic drilling of concrete and stone). Struct. Engr. (oct. 1947), vol. 25, n° 10, p. 443-451. — Discussion d'une conférence de M. Maurice LEBRUN faite le 6 février 1947 à Londres. Texte de la conférence parue dans le numéro de février 1947. Note complémentaire relative à des essais exécutés à Tarbes et portant sur des roches siliceuses et sur du granit, à l'air et sous l'eau. Des essais de forage verticaux ont été faits dans des carrières de serpentine. Les forages pétroliers ne paraissent pas justiciables de ce procédé. M. John FABER voit deux inconvénients au procédé : le prix de revient et surtout la quantité très grande d'oxygène nécessaire. Ce procédé est silencieux. E. 1493 (◇).

## Les chantiers et la sécurité.

485-16. **Les facteurs humains d'accidents du travail.** Docteur PERRIN (J.); Cahiers Com. Prév. B. T. P. (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 15-22. — L'auteur étudie d'abord les facteurs individuels qui sont d'ordre physique, physiologiques ou psychologiques, puis les facteurs extérieurs : l'heure, la température, l'état hygrométrique et l'éclairage. Enfin, il mentionne l'influence du repos et de l'alimentation. E. 1479 (◇).

486-16. **La maladie des vibrations dans le Bâtiment et les Travaux publics.** BERNARD (Dr); Cahier Com. Sécur. B. T. P. (juil. 1947), n° 4, p. 13-16. — L'auteur expose les principales données médicales concernant les troubles occasionnés chez les ouvriers se servant d'outils pneumatiques : ces troubles se manifestent par des lésions de l'appareil préhenseur (qui portent sur les vaisseaux, les muscles, les nerfs, les os); par des lésions du système de soutien (se localisant aux mains : troubles vasculaires et vasomoteurs des doigts, lésions de l'aponévrose palmaire aux coudes : lésions ostéo-articulaires, aux épaules), enfin par des troubles généraux neurologiques ou de l'ouïe. Il donne pour terminer des règles de prophylaxie et de prévention (dépistage des troubles par les visites médicales, leur déclaration, réduction de la durée de travail, mesures concernant l'outil). E. 1179 (◇).

487-16. **La Semaine Nationale de la Sécurité.** Cahier Com. Sécur. B. T. P. (juil. 1947), n° 4, p. 11-13. Compte rendu des conférences faites par la section de la Sécurité dans le Travail, et, en particulier, de la participation de l'ex O. P. S. B. T. P. à ces manifestations (sécurité dans les machines à bois et dans les travaux de couverture, facteurs humains d'accident du travail dans le bâtiment et les travaux publics, prévention des accidents, services médicaux du travail, l'enseignement de la sécurité à l'école). E. 1179 (◇).

488-16. **La nécessité d'utiliser la lumière artificielle sur les chantiers de construction de maisons** (The need for artificial light on house-building sites). SAWYER (F. L.); The Builder (19 sept. 1947), 2 p., 3 fig. — Notice publiée sous les auspices du Ministère britannique du Travail qui expose la nécessité d'éclairer les chantiers pendant les mois d'hiver en vue de récupérer les heures de travail perdues du fait de l'obscurité qui règne une partie de la journée. Des courbes donnent la variation saisonnière moyenne de la lumière naturelle le matin, l'après-midi; une autre courbe donne le temps perdu moyen sur les chantiers par manque d'éclairage. E. 1657 (◇).



## LES OUVRAGES

489-16. **Organisme professionnel de sécurité du bâtiment. Eclatement du réservoir d'air comprimé d'un compresseur de chantier** (Extraits d'un rapport d'enquête consécutive à un accident). *Sécur. et Prév. du feu* (juil.-août 1947), t. 3, p. 153-155, 2 fig. — Détails concernant le lieu de l'accident et la construction du compresseur qui en fut la cause, fonctionnement du régulateur automatique qui servait d'organe de sûreté. Conditions dans lesquelles s'est produit l'accident, et effets produits par celui-ci d'après les constatations faites ultérieurement sur l'état du compresseur. En conclusion, abandonnant l'hypothèse de l'explosion, le rapport met l'accident sur le compte d'un défaut de fonctionnement mécanique du régulateur (blocage dû au gel). Prescriptions concernant l'organe de sécurité et le réservoir pour prévenir de semblables accidents. E. 1740 (◇).

490-16. **La protection des ouvriers des entreprises travaillant dans les emprises du chemin de fer.** *Cahiers Com. Sécur. B. T. P.* (juil. 1947), n° 4, p. 20-23. — Ces mesures de sécurité font l'objet d'une « consigne générale », d'une « notice » à l'usage des ouvriers et d'une « consigne locale ». Les règles données par la notice visent la couverture du chantier par les agents de la S. N. C. F., la sécurité du personnel circulant à pied ou à bicyclette, la sécurité du personnel pendant le travail et pendant les interruptions de travail et des prescriptions diverses. E. 1179 (◇).

491-16. **Un danger supprimé.** *Cahiers Com. Prév. B. T. P.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 30, 1 fig. — Analyse d'un article des « *National Safety News* » de mai 1947, décrivant une opération dangereuse : exécution de forages dans une carrière dont le pont de taille est incliné à 45°. Utilisation d'une plate-forme sur traineau avec garde-corps. E. 1479 (◇).

492-16. **Bétonnières.** *Cahiers Com. Prév. B. T. P.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 28-30, 1 fig. — Extrait des précautions décrites dans la revue américaine « *National Safety News* » où l'on étudie les causes d'accidents, la normalisation des bétonnières, la protection, les plans de chantiers, les règles particulières aux bétonnières pour chaussées, celles pour les bétonnières ordinaires et les règles générales. E. 1479 (◇).

493-16. **Les échafaudages aux Etats-Unis d'Amérique.** *Cahiers Com. Sécur. B. T. P.* (juil. 1947), n° 4, p. 34-35. — L'article donne les règles générales relatives à la construction, à l'utilisation et au contrôle des échafaudages. Puis il indique la constitution, les particularités, les avantages et les inconvénients des différents types d'échafaudages : échafaudages tubulaires en acier, échafaudages mobiles, échafaudages volants et suspendus, échafaudages en bois assemblés. Il insiste sur les différents genres d'accidents qu'ils peuvent provoquer et sur la nécessité du contrôle de la qualité des bois et de l'essai des planches d'échafaudages. E. 1179 (◇).

494-16. **La construction et l'exploitation des téléferiques de chantiers susceptibles d'être utilisés pour le transport des personnes.** *Cahiers Com. Prév. B. T. P.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 26. — Commentaire du projet de réglementation des téléferiques pour transport éventuel des personnes, dont l'application a été prescrite par arrêté du 18 août 1947, dans tout le territoire. Canevas des consignes de sécurité. E. 1479 (◇).

495-16. **La psychotechnique au service de l'industrie du bois.** BEAUMONT (G. de); *Rev. Bois* (sept.-oct. 1947), vol. 2, n° 9-10, p. 10. — L'usage de la psychotechnique en France a suivi son développement aux U. S. A. Son emploi par la S. N. C. F. et la T. C. R. P. a diminué le nombre des accidents. L'article relate l'expérience tentée par une grosse entreprise de l'industrie du bois : recherche des facteurs d'ordre physique et psychique qui sont à l'origine des accidents avec la collaboration d'un médecin et d'un psychotechnicien, sélection des apprentis et des candidats appelés à suivre une formation accélérée, reclassement de surveillants de chantiers (adaptation de l'homme au métier). E. 1524 (◇).

496-16. **La sécurité des machines à bois.** TRASSARD. *Cahiers Com. Prév. B. T. P.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 7-14, 10 fig. — Discussion, sous forme dialoguée, des possibilités de protection pour les différentes machines à bois et description de quelques réalisations. E. 1479 (◇).

497-16. **Les accidents du travail dans les travaux de couverture et de plomberie.** HANOTEAU (M.); *Cahiers Com. Prév. B. T. P.* (sept.-oct. 1947), n° 5, p. 1-6, 5 fig. — Les accidents sont imputables soit à une défaillance du matériel, soit aux méthodes de travail, soit à l'accidenté. Analyse de quelques exemples d'accidents des divers types concernant les cordages, les vitrages, le fibro-ciment, etc... E. 1479 (◇).

498-16. **Le Brésil technique 1946.** ÉTEVE; *Bull. Soc. Franç. Ing. Col.* (1<sup>er</sup> trim. 1947), n° 132, p. 9-18, 4 fig. — Dans cet article est exposée entre autres la technique de la construction au Brésil. Les bâtiments comportent jusqu'à 20 étages en béton armé, remplissage en briques creuses ou parpaings enduits en ciment blanc ou revêtus en pierre; planchers de béton armé avec parquets collés au mortier. Les travaux de génie civil consistent en barrages de moyenne importance, quais sur pieux, ponts en béton armé, routes construites avec du matériel U. S. A. E. 1427 (◇).

## Éléments d'ouvrages.

499-16. **Le cintre métallique du pont des Arches à Liège.** HORMIDAS (A.); *Oss. Métall.* (sept. 1947), n° 9, p. 371-375, 11 fig. — Ce pont en béton armé comporte trois arches dont une centrale de 63,75 m de portée. Le cintre est constitué par des poutrelles HN 70 reposant sur des palées intermédiaires de poutrelles Grey de 500 mm battues à refus. E. 1250 (◇).

500-16. **Les appuis** (Das Auflager). SCHONHOFER (R.) [Munich] *Die Technik* (mars 1947), t. 2, n° 3, p. 126, 4 fig. — Essai d'amélioration de la construction des appuis et articulations. E. 1500 (◇).

501-16. **Pylônes en croix pour supports de caténaires.** SAEGHER (M. de) et VERDEYEN (J.); *Ossature métall.* (déc. 1947), n° 12, p. 513-523, 14 fig. — Description et calcul des pylônes en croix pour l'électrification des chemins de fer à Bruxelles. Ces pylônes sont réalisés au moyen de deux poutrelles Grey dont l'une est découpée dans sa longueur. Les deux parties obtenues sont assemblées par soudure sur l'âme de la seconde poutrelle pour réaliser le profil en croix. Description de l'essai des pylônes; détermination théorique des flèches par calcul et comparaison avec les résultats des mesures. E. 1801 (◇).

502-16. **Nouvelles notes sur les piliers en béton armé** (Further notes on reinforced concrete columns). KING (J. W. H.); *Struct. Engr.* (nov. 1946), p. 609-616, fig. E. 106, P. 57/29 (+).

503-16. **Méthodes pratiques pour éviter les fissures dans les murs** (Practical methods to avoid cracked walls). MC KAIG (T. H.) *Engng. News Rec.* (17 oct. 1946), p. 523-525. E. 107, P. 58/22 (+).

504-16. **Causes et prévention de la formation de fissures dans les murs extérieurs en parpaings de béton léger** (Über die ursachen der rissbildung in aussenmauern aus leichtbetonsteinen und ihre verhütung). GRAF (O.); *Fortschr. u. Forsch. im Bauwesen* (1942). Séries B, n° 1, p. 61-63. E. 106, 57/40 (+).

505-16. **Construction de murs suivant la tradition de la région des Lacs en Lancaster** (Traditional Lakeland walling). MAC NAMARA (K.); *Highw. Bridges Aerod.* (1<sup>er</sup> oct. 1947), vol. 13, n° 691, p. suppl. i-ii. — Résumé d'une conférence faite par l'auteur se proposant de décrire un procédé purement régional de construction de murs, procédé suivant lequel les murs présentent l'aspect d'une construction ayant utilisé des pierres posées à sec. La note décrit les matériaux employés, toujours plus ou moins colorés, leur pose suivant des procédés datant du XIII<sup>e</sup> siècle. Un certain nombre de ces murs servant de murs de clôture datent de cette époque et sont bien conservés. E. 1393 (◇).

506-16. **Murs pour maisons en béton édifiées sur place** (Walls for in-situ concrete houses). *Conc. Build. Conc. Prod.* (oct. 1947), vol. 22, n° 10, p. 143-145-147, 1 fig. — Les murs de maisons en béton construites de toutes pièces sur place ont des épaisseurs dépendant de diverses considérations telles que la nature des matériaux entrant dans la composition du béton, ou de la situation de la maison. L'épaisseur varie généralement de 10 à 15 cm. L'article donne des indications sur le mode d'exécution de ces murs et examine le cas de murs avec trumeaux, celui des cheminées, ainsi que diverses manières de renforcer les murs pour éviter des fissures. E. 1392. (◇).

507-16. **Calcul des murs, cloisons et planchers, pour la résistance au feu et l'isolement sonore** (Fire resistance and sound insulation ratings for walls partitions and floors). U. S. National Bureau of Standards. Rapport technique n° 44 (1946) [Washington], 51 p. — Tableaux des résultats obtenus aux essais. E. 838, 64/22 (+).

508-16. **Abaissement du prix de construction des logements par l'emploi de murs creux et de dalles** (Coverity walls, slab bands cut apartment costs) *Engng. News-Rec.* [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 32. — Sans sacrifier à la qualité de la construction, les autorités new-yorkaises ont adopté



de nouvelles techniques moins onéreuses pour la construction de maisons de rapports de 11 et 12 étages; utilisation du béton tout prêt amené en camion et coulé à l'aide de grues à godets, ossature en béton armé; plafonds peints, sans plâtre; murs creux à paroi extérieure en briques et paroi intérieure en parpaings de laitier. E. 1308 (◇).

509-16. **Etude des détails de la construction. II. Les cheminées** (Design details II. Chimneys). WESTWOOD (B. et N.); *Build.* (avril 1947), p. 133-134, fig. — Photographies de sept types différents. E. 838, P. 64/22 (+).

510-16. **L'ossature soudée d'un bâtiment de 16 étages** (Welded frame for a 16-story building). POOLE (A. E.) et BOOTH (L. F.); *Engng. News-Rec.* (31 oct. 1946), p. 53-55, fig. E. 106, P. 57/71 (+).

511-16. **Projet de norme pratique pour la représentation des détails des structures en béton armé** (Proposed manual of standard practice for detailing reinforced concrete structures); *Am. Conc. Inst. Conc. Reinforcing steel Inst.* [Detroit] (1946), 51 p. E. 106, 57/63 (+).

512-16. **Evolution de la maçonnerie.** *Tech. Archit.*, Fr. (janv. 1945), n° 1, p. 222-235, fig. — Nombreux exemples, avec détails de construction, de bâtiments réalisés en béton avec ossature préfabriquée, avec ossature coulée, ou sans ossature. E. 1114. 8-14934 (\*).

513-16. **Poutrelles légères à treillis pour planchers et toitures que l'on trouve couramment dans le commerce aux Etats-Unis.** O. T. U. A. (1947), 43 p. — Cette note de l'O. T. U. A. décrit des poutrelles légères à treillis très utilisées aux U. S. A. et qui servent à la construction de planchers et de toitures. Elles permettent des constructions légères et de constituer des planchers creux où peuvent passer les diverses canalisations. Sont aussi décrites les poutrelles : Système « Bethlehem Steel Co » — type standard; type légère à grande portée. Système « Laclede Steel Co » — type standard; type à membrures droites. Système « Macomber » — type standard; type légère à grande portée; type « Bowstring ». Système « Trucson ». E. 1567 (◇).

514-16. **Charpente en béton** (Concrete frame). *Engng. News Rec.* [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 21. 1 fig. — Dans une usine de la General Electric à São Paulo [Brésil], on a généralisé l'emploi de portiques en béton. Dans 6 travées transversales de 20 m de long et 7 travées longitudinales de 10 m de long, les portiques sont jumelés sous le rail du pont roulant. La charpente de comble en dents de scie est également en béton, les éléments les plus inclinés sont à 60° par rapport à la façade. La toiture est exécutée en dalles de béton moulées avec couverture en amiante ondulée. E. 1308 (◇).

515-16. **Méthode générale de calcul des cadres à étages et application à un cas concret.** PASCAL (R.) et VERTUS (J. de); *Techn. Trav.* (mai-juin 1947), n° 5-6, p. 187-192, 6 fig. — Les auteurs posent les équations fondamentales de déformation d'un segment de cadre, après avoir défini les conventions de signes, puis, dans une application à un cadre à trois étages donnant un système de 16 équations de déformation, montrent que l'on peut rapidement les résoudre par la méthode des approximations successives en nombre restreint. E. 1130 (◇).

516-16. **Les planchers en béton additionnés de bitume** (Concrete flooring with asphalt admixture). ANDEREGG (F. O.); *Am. Soc. for Testing Mater.* [Philadelphie] (1946), 4 p. — Examen des procédés de mise en œuvre et exposé des propriétés physiques du mélange. E. 106, 57/41 (+).

517-16. **Aire en béton avec mélange de bitume** (Concrete flooring with asphalt admixture). ANDEREGG (F. O.); *Constr. R.* (8 décembre 1946), n° 19, p. 35-36. — Il a été constaté qu'une aire consistant dans un mélange de ciment Portland bituminé et d'agréats résiste beaucoup mieux qu'un plancher bituminé aux crevasses. L'article décrit les calibres de l'agréat nécessaire. On a obtenu un béton de qualité satisfaisante dans une limite comprise entre 7 1/2 à 12 % de ciment et avec 2 à 3 % d'émulsion. On donne un tableau des différents mélanges expérimentaux avec indication de la méthode à suivre pour réaliser une aire de ce type. E. 1465, p. 259 (O).

518-16. **Les planchers-champignons sur piliers en fonte augmentent l'espace disponible** (Flat slabs on cast-iron columns increase usable space); *Engng. News-Rec.* (7 fév. 1947), p. 88-89, fig. — En raison de la résistance à la corrosion et pour accroître l'espace disponible on a été conduit à adopter les piliers en fonte et les planchers-champignons sans nervures et sans chapiteaux. Les chapiteaux ont été éliminés grâce à l'incorpo-

ration aux dalles de quilles avec rainures en acier fixées aux colonnes. E. 530, P. 61/17 (+).

519-16. **L'évolution des planchers creux en béton armé** (suite). MAILLARD (C.); *Constr. mod.*, Fr. (mars 1946), n° 62, p. 345-347, 8 fig. — Hourdis creux en agglomérés, planchers à poutrelles : différents types de réalisations. E. 1114.8-14826 (\*).

520-16. **Ossature de sheds.** GALLI (G.); *Il cemento* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 119-120, 4 fig. — Etude d'une structure composée d'une poutre curviligne et d'une poutre rectiligne inclinée, convenant particulièrement pour les toitures « sheds » dans les bâtiments industriels. E. 1525 (◇).

521-16. **La construction des arcs** (Constructional archwork). SMITH (H. P.), édit. Crosby Lockwood and Son Ltd (1946) [London], 154 p. — Projets et construction des arcs de tous types, y compris les arcs à vousoir, articulés et élastiques. E. 838, 64/23 (+).

522-16. **Coupoles tout en aluminium pour la gare de Cincinnati** (Complete aluminium roof for Cincinnati railroad terminal). *Engng. News-Rec.* (11 avril 1946), p. 4-6, 4 fig. — Remplacement de la coupole existante par une coupole en aluminium. Surface de couverture 2 880 m². Emploi de plaques d'aluminium de 1,8 mm d'épaisseur pour les parties courbes et de 3 mm pour les parties planes. E. 1465, p. 259 (O).

523-16. **Les cloisons à ossature** (Framed partitions); *Codes of Practice Committee* [London] (1946), 140 p. — Ossature en bois, métal, béton armé. Panneaux en fibre, en plâtre, en contreplaqué, en papier enduit de résine synthétique, en ciment d'amiante, en laine de bois, en liège, en feuilles métalliques, en bois, en terre et plâtre. E. 530, 61/46 (+).

## Habitations.

524-16. **L'industrialisation de la construction** (The industrialized house). *Archit. Forum* (fév. 1947), p. 115-120, fig. — Maison de quatre pièces construite avec un système de panneaux pliants réunis par un joint métallique spécial. E. 646, P. 63/69 (+).

525-16. **Recueil de spécifications pour la construction des nouvelles habitations** (Building code requirements for new dwelling construction). U. S. National Bureau of Standards : B. M. S., 107 (1947) [Washington]. — Spécifications minima pour la construction des bâtiments. E. 838, 64/21 (+).

526-16. **La maison américaine.** CAMPREDON (J.); *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 145-146, 3 fig. — Exposé de la technique des maisons américaines en bois. E. 1731 (◇).

527-16. **Les nouveaux perfectionnements dans les maisons américaines** (New developments in American houses). *Housing Centre* (1946) [London], 8 p. — Compte rendu de causeries. E. 838, 64/45 (+).

528-16. **Rapport sur les délibérations à la conférence annuelle de 1946** (Report of proceedings at the annual conference 1946). *Institute of Housing* (1946) [London], 50 p. — Deux exposés ont été faits et discutés : « la construction des habitations en ce qui concerne spécialement les villes nouvelles », par L. SILKIN et « l'organisation de la construction des habitations », par R. J. ALBERTON. E. 838, 64/44 (+).

529-16. **Les différents services dans un immeuble à usage commercial, comprenant éclairage, chauffage et force motrice pour différents buts** (Services in an office building include light, heat and power to drive motors for many purposes). *Mod. Power Engng. Canada* (sept. 1946), n° 40, p. 67-68, 126, fig. — Etude des problèmes d'exploitation et d'entretien posés au service d'éclairage, de chauffage et de force motrice d'un immeuble à usage commercial. E. 1114.8-13904 (\*).

530-16. **Drainage et assainissement. Considérations pratiques sur les conditions d'importance vitale au point de vue sanitaire pour les bâtiments, leur entourage immédiat, leur construction, leur aération, leur chauffage, leur éclairage, leur approvisionnement en eau et l'élimination des déchets** (Drainage and sanitation. A practical exposition of the conditions vital to healthy buildings, their surroundings and constructions, their ventilation, heating, lighting, water and waste services). BLAKE (E. H.); 7<sup>e</sup> éd. rev. par W. R. JENKINS [London, B. T. Batsford] (1945) (20 × 13), xii-564 p., fig., 15 s. — Examen de tous les problèmes qui peuvent se poser, du point de vue sanitaire, lors de la construction des bâtiments, et comment ils sont résolus selon la technique sanitaire moderne. Le dernier chapitre expose les principales dispositions légales, réglementaires en Angleterre et au Pays de Galles. E. 1114.8-14933 (\*).



531-16. Examen des conditions d'habitabilité des constructions au point de vue thermique. NESSI (A.); *Chauff. Vent. Cond.* (mars-avril 1947), n° 2, p. 37-43. — L'auteur indique les principes sur lesquels ont été basées les études entreprises en France en vue de déterminer la structure la plus favorable des parois au point de vue thermique, puis il montre comment il est possible de prévoir au moment de l'établissement des plans de la construction les conséquences probables de l'emploi de différentes sortes de parois au point de vue confort et économie. E. 1715 (◇).

532-16. Le palais du Ministère de l'Instruction Publique du Brésil (Ministério Rio de Janeiro). Térés Forma (1947), n° 8, p. 169-171, 11 fig. — Ce palais a été construit avec la collaboration de LE CORBUSIER. L'article souligne que l'architecture moderne du Brésil, tout en conservant son caractère local, est considérablement influencée par ce monument. E. 1466 (◇).

533-16. Maisons d'habitation (Homes for the people). [London] ELEK (P.) (1946) (18,5 × 12), 182 p., fig., 8 pl. h. t. — Description des types de maisons et d'appartements qu'il est dès maintenant possible de construire et d'aménager en utilisant rationnellement les meilleures méthodes, les matériaux les plus adaptés. E. 1114. 8-14955 (\*).

534-16. La fabrication de la maison en aluminium (Producing the aluminium house). *Arch. Build. News* (20 déc. 1946), p. 218-223, fig. — Détails de fabrication. E. 106, P. 57/88 (+).

535-16. Histoire d'une maison (The story of a house). WATERS (A. B.); *Illustr. Carp. Build.* (10 janv. 1947), p. 31-32. — Premier d'une série d'articles où l'on décrit pas à pas la construction d'une maison depuis le lever topographique jusqu'à la décoration intérieure et l'équipement. E. 107, P. 58/71 (+).

536-16. L'histoire d'une maison. Chapitre I. Lever topographique (The story of a house. Chapter I. Surveying the site). EASTICK (C. W.); *Illustr. Carp. Build.* (17 janv. 1947), p. 62-63, fig. E. 107, P. 58/28 (+).

537-16. Huit systèmes pour la construction des maisons (Eight new types of house construction). *Arch. Des. Constr.* (déc. 1946), p. 335-344, fig. — Détails de construction des maisons Schindler-Golmer [Suisse], Cussins, Steane, Tursteel, Spooner Mark VII, Cranwell, Keyhouse Unibuilt et Dyke C. C. C. E. 106, P. 57/89 (+).

538-16. La maison anglaise de l'avenir, d'après les recommandations du Central Housing Advisory Committee. *L'Eau* (juil. 1947), n° 7, p. 90-91, 1 fig. — L'article souligne les erreurs commises par la reconstruction entre les deux guerres du point de vue de l'urbanisme des lotissements dans les centres industriels et ruraux, l'évolution constatée dans les habitudes, les solutions qui ont été apportées en ce qui concerne cuisine, living-room, salon, buanderie, salle de bains, w.-c., dans le souci des nécessités de l'hygiène et du confort. E. 1044 (◇).

539-16. Les demeures villageoises sans étage ou à un étage. Travaux de I. V. Joltovshy de l'académie d'architecture. BARCHTCH (M.) [en russe]; *Arkitektura*, S. S. S. R. (1943), n° 3, p. 14-19, fig. schémas. — La construction d'une demeure villageoise est adaptée aux exigences de la vie du paysan, en liaison étroite avec les travaux des champs et l'élevage. E. 1114. 8-14957 (\*).

540-16. L'habitation collective. La construction d'immeubles d'habitation collective à New-York. MENDELSON (A. de); *Arch. auj.* (juil. 1947), n° 12, p. 99-105, 26 fig. — L'auteur donne plusieurs exemples de réalisation d'habitations collectives à New-York pour lesquelles la solution la plus économique a paru être les immeubles de 13 étages avec 2 ascenseurs. E. 1128 (◇).

541-16. Le contrôle des constructions publiques (5) [Control of civil building (5)]. PRICE (R. E.); *Illustr. Carp. Build.* (11 avril 1947), p. 354-356, fig. — Description d'un nouveau type de maison qui doit être édifée par l'autorité locale. Comment les autorités locales peuvent louer leurs immeubles à des taux relativement bas malgré le coût élevé de la construction. E. 838, P. 64/38 (+).

542-16. Les premiers enseignements de la cité expérimentale du C. I. L. de Roubaix-Tourcoing. *Monit. Trav. Publ. Bât.* (27 sept. 1947), n° 39, p. 1-3, 1 fig. — Le Comité interprofessionnel du logement de Roubaix-Tourcoing, par l'édification d'une cité expérimentale, a permis de déduire de la construction de plusieurs prototypes préfabriqués ou en traditionnel évolué, les dispositions qu'il y a lieu de retenir pour l'avenir. Un programme de 300 logements est prévu pour 1947-1948. E. 1304 (◇).

543-16. Une proposition pour l'urbanisme des cités ouvrières. NEY (J.); *Arch. Franç.*, n° 70, p. 45-48, 5 fig. — Exposé d'un système d'urbanisme groupant des maisons individuelles par ensemble de 8 à 20 pavillons groupés autour de petites places. E. 1394 (◇).

544-16. Maisons ouvrières dans les pins. GONSE et SANDRIN; *Const. Mod.* (juil. 1947), n° 27, p. 863-867, 10 fig. — Pour satisfaire au plan de décentralisation des industries aéronautiques, une partie des fabrications des usines Gnome et Rhône ont été transférées dans la région du Mans où 1442 logements ouvriers furent édifés, d'un prix de revient variant entre 70 000 et 80 000 francs. Les calendriers de travaux furent observés et même les délais prévus furent réduits. Le texte est illustré par des photographies aériennes des cités jardins, par des croquis des logements et par un graphique d'avancement des travaux. E. 1095 (◇).

#### Santé. Savoir. Loisirs.

545-16. La cité hospitalière de Niort. LABORIE (A.); *Archit. franç.* (oct.-nov. 1945), n° 6, p. 61-66, fig. — Description des bâtiments de cette cité (médecine, chirurgie, maternité) qui comporte 3 blocs d'hospitalisation ne dépassant pas 3 étages. E. 1114.8-14940 (\*).

546-16. La pierre calcaire naturelle dans la conception du sanatorium. CARRE (P.); *Archit. franç.* (fév.-mars 1946), n° 7, p. 104. — Matériau de choix, particulièrement lorsque, dans l'édifice à construire, la constance thermique et l'isolement phonique sont nécessaires. Se prête également aux réalisations artistiques. E. 1114.8-13959 (\*).

547-16. Sanatorium pour tuberculeux osseux. SOREL; *Archit. franç.* (fév.-mars 1946), n° 7, p. 96-97, photos, plans. — Organisation générale de ces établissements, édifés au bord de la mer. Description, à titre d'exemple, du sanatorium de Vallauris (Alpes-maritimes). E. 1114.8-14945 (\*).

548-16. L'Angleterre fait des plans et construit (England plans and builds). ROTH (A.) [R. I. B. A.]; *Progrès dans les constructions scolaires anglaises* (Developments in English school-building). FURRER (C. D.). — *Recherches sur la construction des bâtiments officiels* (State building research), STILLMAN (C. G.). — *Du bureau de l'architecte* (From an architect's workshop), GODD-FINGER (E.), Sir WILLIAMS (Owen) K. B. E. — DREW (J. B.); *Work* (avril 1947), p. 105-128. E. 838, P. 64/27 (+).

549-16. Les écoles municipales du comté d'Essex (Essex County Council schools). *Archit. J.* (3 avril 1947), p. 268, 273-280, fig. — L'architecte du Comté d'Essex et ses adjoints ont établi une série de plans types donnant une solution au problème de la construction d'école unique, problème soulevé par le programme de construction du conseil du Comté de Londres. E. 838, P. 64/31 (+).

550-16. L'école de Carver-Michigan. U. S. A. (Carver school, Michigan, U. S. A.). *Archit. Build. News* (4 avril 1947), p. 8, fig. — L'école permanente comporte des classes standards de 6,71 m × 9,14 m. E. 838, P. 64/32 (+).

551-16. Le groupe d'écoles primaires à Southmead, Bristol (Primary schools group, Southmead, Bristol). *Builder* (11 avril 1947), p. 344-346, fig. — Groupe de trois écoles construites sur le module de 2,51 m. E. 838, P. 64/30 (\*).

552-16. Equipement des vestiaires pour écoles (y compris les w-c et cabines de douches) [Cloak-room equipment for schools (including w-c and shower partitions)]. *Brit. Stand. Inst. BS/MOE 26-29* (1947), 23 p., 10 fig. — Cette brochure fait partie d'une série de travaux poursuivis à la demande du Ministère de l'Éducation, avec la collaboration de sociétés privées, pour lancer un programme d'équipement rationnel des écoles. Dans chaque cas il est donné des dimensions, les matériaux à employer et le mode de construction adéquat. Des plans détaillés sont joints au texte. E. 1539 (◇).

553-16. Jardins d'enfants en Suisse. *Arch. franç.*, n° 70, p. 33-44, 36 fig. — Le point de vue de l'institutrice est d'abord exposé par D. MOSER sur les conditions d'exécution des jardins d'enfants, puis suivent des descriptions de 5 écoles enfantines de Berne, de celle de Winterthur-Wülflingen, d'un jardin d'enfants à Ivrea (Italie), une école primaire à Los Angeles, enfin un programme de jardin d'enfants avec crèche, garderie proposé par M. Roux-Spitz (avec 3 projets). E. 1394 (◇).

554-16. Chauffage et ventilation des écoles (Heating and ventilation of schools). *Min. of Works* (juin 1947) [Post. war Build. Stud.], n° 27, 11 p. — Données fondamentales relatives au chauffage et à la ventilation des locaux scolaires — les différents systèmes susceptibles d'être appliqués. E. 1381 (◇).



555-16. **Gymnases et réfectoires** (Gymnasias and dining centres, Barking). *Builder* (4 avril 1947), p. 316-317, fig. — Bâtiment pour établissement scolaire avec le gymnase au rez-de-chaussée et le réfectoire au 1<sup>er</sup> étage. E. 838, P. 64/29 (+).

556-16. **Construction d'églises en béton armé** (Churches constructed in reinforced concrete). *Concr. and Constr. Engng* (nov. 1947), vol. 42, n° 11, p. 333-337, 5 fig. — Courte notice accompagnée de photographies donnant des exemples de quelques églises en béton armé construites en Angleterre. Description sommaire de la construction des murs et de la toiture. Dans l'un des exemples décrits on a recherché à renforcer l'effet acoustique. E. 1667 (◇).

557-16. **Sur le concours de trois types fondamentaux de cinémas**. BRUNCLIK (J.). En marge du concours pour trois types fondamentaux de cinémas. *Kittrich* (J.); *Architektura* (1947), vol. 6, n° 8, p. 246-256, 40 fig. — Concours pour trois types de cinémas du point de vue acoustique. Dans cet ensemble de trois articles, les auteurs, après avoir examiné la mission du cinéma, exposent les conditions qu'il convient de réaliser pour satisfaire les exigences acoustiques et photographiques des salles de cinéma en tenant compte des facteurs qui interviennent dans l'exploitation de ces salles (évacuation, climatisation, etc.). E. 1518 (◇).

558-16. **Le nouveau théâtre municipal de Malmö**. *Oss. Metall.* (sept. 1947), n° 9, p. 349-355, 11 fig. — Œuvre des architectes E. LALLERSTEDT, S. LEWERENTZ et D. HELLDEN, ce théâtre est à ossature métallique, à poutres de 40 m de portée. Description de l'aménagement de la salle, de la scène et détails constructifs. E. 1250 (◇).

559-16. **L'équipement sportif de la cité**. FEUILLASTRE; *Circ. Inst. Tech. B. T. P.* (10 juin 1947), série A, n° 23, 14 p., 27 fig. — Exposé de la nécessité du sport et des indications sur les moyens de réalisation avec de nombreux exemples de projets et de réalisation. E. 1085 (◇).

560-16. **Piscine-plage de Budapest** (Az Arpad-strandfürdő terve). ZOLDY (E.); *Térés Forma* (1947), n° 9, p. 202-204, 6 fig. — Article sur les plans élaborés par le Conseil des Travaux publics d'une grande piscine-plage pouvant contenir 10 000 personnes. Cette plage sera située à proximité de l'un des plus grands quartiers industriels de Budapest, sur une superficie de 80 000 m<sup>2</sup>. La piscine sera alimentée par plusieurs sources thermales de 43°. E. 1467 (◇).

## Ouvrages d'utilité publique.

561-16. **Le service cartographique de l'armée américaine se réinstalle** (Army Map Service gets a new home). *Engng. News Rec.* (6 mars 1947), p. 69-72, fig. — Le nouvel immeuble comporte 5 étages et est à ossature de béton. L'air y est intégralement conditionné; la température et l'humidité y sont réglées avec précision. E. 838, P. 64/28 (+).

## Alimentation en eau.

562-16. **Aménagement du Colorado**. *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 122. — Analyse d'un article de *Compressed Air Magazine* de décembre 1946, décrivant une installation hydraulique destinée à l'alimentation en eau d'un vaste territoire des Montagnes Rocheuses et qui comporte des stations élévatoires et des tunnels d'amenée d'eau. E. 1256 (◇).

563-16. **Manuel des installations d'eau : projet, construction et fonctionnement** (Waterworks handbook of design, construction and operation). FLINN (A. D.), WESTON (R. S.), BOGERT (C. L.), édit. Mc Graw-Hill Book Cny., Inc. (1937) [London], 871 p. — Comprend des chapitres relatifs aux captages, à l'installation des distributions d'eau, au traitement des eaux et au calcul des installations. E. 838, 64/14 (+).

564-16. **Note sur les essais de pompage d'un captage alimenté par une nappe à niveau statique variable**. PERAULT (P.); *L'Eau* (août 1947), n° 8, p. 101-103, 2 fig. — Considérations sur le pompage des nappes variables et le coefficient de sécurité à adopter. E. 1176 (◇).

565-16. **Outillage et aménagement de la station thermale**. URBAIN (P.); *Techn. sanit. et municip.* (3 avril 1946), 13 p., fig. — Étude du captage des eaux thermales, de l'équipement, du plan et de la construction des établissements thermaux et enfin de l'urbanisme des stations thermales. E. 1471 (◇).

566-16. **Normes pour l'examen de l'eau et des eaux-vannes** (Standard methods for the examination of water and sewage). *Am. Publ. Health Ass. Am. Wat. Ass.* (1946) [New-York], 286 p. E. 838, 64/13 (+).

567-16. **La décalcification des eaux**. THORRIA (J.); *Chaud-Froid* (août 1947), n° 8, p. 30-31. — But de la décalcification des eaux dures — degrés hydrotimétriques de différentes eaux — proportion de sels calcaires correspondant à un degré. Principaux avantages de l'eau douce pour les chaudières à vapeur, le chauffage central, les services d'eau chaude et de douches, les machines à laver la vaisselle, les appareils de stérilisation, les laboratoires de photographie, les cuisines (cafeteries, boissons) et buanderies, etc. Principe des appareils adoucisseurs d'eau. E. 1178 (◇).

568-16. **Le contrôle du traitement des eaux de chaudières**. GUTH (J.); *Chal. Industr., Fr.* (fév. 1947), n° 28, p. 33-48. — Définition des degrés français; dureté, titres alcalimétriques, évaluation des sels alcalins, titrage des phosphates, salinité des eaux de chaudière. Interprétation des résultats, contrôle de l'épuration chimique. E. 1114.8-13201 (\*).

569-16. **Les groupes moto-pompes**. CANDEAU (R.); *Chaud-Froid* (août 1947), n° 8, p. 25-26, 3 fig. — L'article examine les débits d'eau nécessaires par habitant pour les besoins domestiques courants, les hauteurs manométriques à prévoir pour les réservoirs, les pertes de charge provoquées par les tuyauteries, la conduite du calcul des tuyauteries. E. 1178 (◇).

570-16. **Les pompes pour puits profonds (fin)**. LEVY (A.); *L'Eau* (nov. 1947), n° 11, p. 143-149, 5 fig. — L'auteur indique une solution économique d'installation de pompage pour les profondeurs s'échelonnant entre 7 et 9 m., puis il examine les différentes solutions à préconiser lorsque la profondeur de pompage est plus importante : pompes à transmission mécanique (pompes à piston, pompes centrifuges à axe vertical), pompes à transmission par fluides (pompes à hydro-éjecteur, pompes à transmission pneumatique, pompes à transmission hydraulique), pompes à transmission électrique. Il termine par quelques mots sur les pompes à purin. E. 1742 (◇).

571-16. **Calcul de blindages circulaires pour galeries sous pression**. TRÜB (J.); *Bull. Tech. Suisse Rom.* (16 août 1947), n° 17, p. 237-239, 1 fig. — Dans cette première partie l'auteur donne une méthode de calcul pour un blindage sous pression d'eau intérieure. E. 1168 (◇).

572-16. **Un réservoir d'eau en béton constitué par des éléments moulés à l'avance** (A precast concrete water tank). *Conc. Build. Conc. Prod.* (sept. 1947), vol. 22, n° 9, p. 125-127, 2 fig. — Courte notice rendant compte de la mise en place d'un réservoir d'eau en béton de 4 m × 8 m et 1 m de hauteur, dont les éléments avaient été préparés coulés à l'avance. Des indications sont données sur la constitution des parois en béton et le mode d'assemblage. Tous les éléments, avant mise en place, ont été essayés à l'eau par un procédé spécial non décrit. Une fois les éléments montés, ceux-ci ont été soumis également à une nouvelle série d'essais. E. 1147 (◇).

573-16. **Détérioration du béton des cuves d'eau salée** (Deterioration of concrete in brine storage tanks). LYSE (I.); *J. Amer. Conc. Inst.* (oct. 1947), vol. 19, n° 2, p. 141-147, 5 fig. — Les cuves en béton des frigorifiques norvégiens sont souvent désagrégées. Cette désagrégation est due au fait que l'eau salée pénètre dans le béton et la concentration saline diminue à partir de la surface du béton; il se produit ainsi dans l'épaisseur du béton un plan où se succèdent gel et dégel, là où la concentration est juste suffisante pour que le point de congélation soit abaissé jusqu'à la température de la cuve. Pour éviter ces dommages, il faut sécher la cuve avant congélation ou appliquer un enduit étanche. E. 1502 (◇).

574-16. **La construction de conduites souterraines à l'aide de tubes pneumatiques** (Culverts constructed with pneumatic cores); *Conc. and Constr. Engng.* (sept. 1947), vol. 42, n° 9, p. 279. — Les tubes pneumatiques sont utilisés comme coffrages intérieurs pour des conduites en béton coulées à Adélaïde (Australie) depuis une vingtaine d'années. Indications sur la mise en œuvre. Le procédé a également été utilisé en Italie. E. 1261 (◇).

575-16. **La corrosion des canalisations**. RICHARD (G.); *Chaud-Froid* (nov. 1947), n° 11, p. 25-28, 5 fig. — Processus de la corrosion externe des canalisations enterrées ou traversant des planchers et des murs; méthodes de protection à utiliser. Différentes formes de corrosions internes dues à la nature de l'eau distribuée, à la nature du métal, à des couples locaux produits par des phénomènes d'aération différentielle ou par des inclusions contenues dans le métal, à des courants vagabonds et modes de protection. E. 1701 (◇).



576-16. **Cimentage à la machine des joints d'une canalisation en ciment armé.** *Engng. News Rec.* (9 janv. 1947). — Analyse d'un article exposant le procédé par injection de ciment au moyen d'air comprimé. E. 1731 (◇).

### Hygiène publique.

577-16. **Traité élémentaire d'hygiène sanitaire** (Elements of sanitation), édit. Hopkins (E. S.) [New-York] (1939), 435 p. — Exposé des questions scientifiques et chimiques intéressant l'hygiéniste. L'épuration de l'eau et des eaux-vannes. L'alimentation en eau. L'évacuation des eaux usées et des ordures. L'hygiène des aliments et autres aspects de la santé publique. E. 838, 64/15 (+).

578-16. **La technique rationnelle de la zymothermie dans le traitement des ordures ménagères et les possibilités de récupération des sous-produits.** POUPART; *Tech. Sanit. Munic.* (juil.-août 1947), n° 7-8, p. 49-55, 1 fig. — Composition et comportement des ordures ménagères. Fermentations anaérobies et aérobies. Traitement des ordures ménagères. Incinération. Procédés biologiques. Nouveau procédé de synthèse fournissant des terreaux, des cendres aseptisées. E. 1447 (◇).

579-16. **Pose d'une conduite en béton sous un remblai ferroviaire au moyen d'un vérin** (Concrete pipe jacked under a railroad). *Engng. News Rec. U. S. A.* (5 sept. 1946), n° 137, p. 87-89, fig. — Description des opérations et du montage utilisé pour la mise en place, sous des voies ferrées en remblai (sable fin et gravier), d'une conduite d'égout en béton de 23 m de long au moyen d'un vérin hydraulique. E. 1114.8-14870 (\*).

### Ouvrages industriels et commerciaux.

580-16. **Avantages des usines souterraines.** *Génie Civ.* (1<sup>er</sup> août 1947), n° 15, p. 298. — Les usines souterraines ont été très employées pendant la guerre : 12 en Allemagne, 2 en Suède, 7 en Chine. L'avantage est la protection contre les engins, la constance de la température et l'économie de chauffage. E. 1138 (◇).

581-16. **Les constructions souterraines** (Über den unterirdischen Bauraum). RANDZIO (E.) [Berlin]; *Die Technik* (mars 1947), t. 2, n° 3, p. 107-116, 19 fig. — Considérations sur la définition de l'espace souterrain et mode de calcul d'une construction souterraine répondant à la satisfaction d'un besoin. Obstacles présentés par l'agglomération des installations souterraines. Nécessité d'une législation sur les droits de propriété. E. 1500 (◇).

582-16. **Considérations sur la conception « moderne » des abattoirs.** PANSARD (H.); *Acier* (1947) [O. T. U. A.]. — Après un bref historique sur les abattoirs, l'auteur jette un coup d'œil sur leur construction, le matériel spécial. Il rappelle les principes posés par les règlements sur le contrôle vétérinaire. Il examine les procédés de manutention mécanique et d'utilisation du froid employés, les opérations d'abatage. Il étudie les installations de la triperie et de ses annexes. Il donne enfin un exemple de construction d'un abattoir pour une agglomération de 10 000 habitants avec les dimensions et l'aménagement des locaux. E. 1560 (◇).

583-16. **Construction entièrement soudée de grands gazomètres à Long Beach** (Large gas holders at Long Beach feature all-welded construction). HILL (H. O.); *Weld. J., U. S. A.* (août 1946), n° 25, p. 745-746, fig. — Construction de 4 gazomètres de 5 000 m<sup>3</sup>, cylindres horizontaux pouvant contenir du gaz sous  $p$  de 3,85 kg/cm<sup>2</sup>. Chaque gazomètre a un diamètre de 10,30 m et une longueur de 52 m avec les deux extrémités hémisphériques, ce qui donne une longueur totale de 62 m. Détails de construction. E. 1114.8-14873 (\*).

584-16. **Les magasins Jelmoli à Zurich.** *Oss. Métall.* (nov. 1947), n° 11, p. 459-467, 19 fig. — Description des travaux nécessités par l'extension des magasins Jelmoli à Zurich et exécutés au moyen de charpente métallique. Exposé des difficultés résolues. E. 1533. (◇).

### Digues et barrages.

585-16. **Problèmes généraux soulevés dans la construction de barrages** (General dam design problems). WANLESS (E. J.); *J. West. Soc. Engrs., U. S. A.* (juin 1946), n° 51, p. 66-70. — Tour d'horizon général de la nature et de l'importance des recherches et études préliminaires auxquelles il faut procéder pour pouvoir opérer un choix correct d'un type de

barrage pour un emplacement donné (recherches géologiques, matériaux, hydrologie et météorologie). E. 1114.8-14863 (\*).

586-16. **Observations faites sur un barrage en enrochements.** MONTAGNE; *Houille blanche, Fr.* (mai 1946), n° 3, p. 213-214, 1 fig. — Observations faites sur la déformation totale du couronnement et sur le plissement que subissent les enrochements rangés jusqu'à ce que les enrochements en vrac supportent l'effet principal. E. 1114.8-14864 (\*).

587-16. **Effet de la vitesse d'assèchement sur la stabilité des barrages en terre** (Investigation of drainage rates affecting stability of earth dams). KELLOGG (F. H.); *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs.* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1065-1088, 6 fig. — Étude analytique et expérimentale de l'effet de la vitesse d'assèchement d'un réservoir sur la stabilité d'un barrage en terre. Données expérimentales, essais de laboratoire. Régime constant et régime variable. Limites d'application de la loi de DARREY. E. 1391 (◇).

588-16. **Digues en palplanches, batardeaux et caissons** (Sheet piling, cofferdams, and caissons). LEE (D. H.) [London], *Concrete Publ.* 1945, (24 × 16), 7-192 p., 143 fig., photos. — Description, mode de construction et calcul des barrages, digues de barrages, batardeaux et caissons en bois, métal et béton. Bibl. (72 réf.). E. 1114.8-14862 (\*).

589-16. **Application de la statique des voiles minces à l'étude des barrages.** DAVIN; *Ann. Ponts Chauss.* (janv.-fév. 1947), n° 1, p. 47-83, 8 fig. — Étude mathématique sur le calcul des barrages-voûtes et portée pratique de ce calcul. E. 1271 (◇).

590-16. **Les travaux de construction du barrage de Génissiat, sur le Rhône.** CHARRIN (V.); *Techn. Trav.* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 293-303, 14 fig. — Description des travaux du barrage de Génissiat. Caractéristiques, historique du chantier. Prévisions d'achèvement. Renseignements statistiques. E. 1802 (◇).

591-16. **L'aménagement du Rhône [suite]** (d'après la Ch. de Comm. de Marseille). *Entrep. Usine Mod.* (15 nov. 1947), n° 126, p. 4-6. — Exposé des travaux réalisés et en cours d'exécution, l'article examine d'abord le régime du Haut Rhône. Il décrit rapidement les travaux de Génissiat, la puissance de l'usine et la mise en navigabilité du Rhône en amont. Il signale les deux importants barrages de Seyssel et Saultz-Brenaz, les six barrages mobiles prévus et les neuf écluses qui assureront l'aménagement jusqu'à Lyon. Pour le Bas Rhône, de Lyon à la mer, sont prévues entre Lyon et Valence six usines, entre Valence et Mondragon trois dérivations avec usines dont celle de Donzère-Mondragon qui est commencée et décrite; le cours naval fait l'objet d'études d'aménagement. Après avoir exposé les travaux envisagés pour l'irrigation, l'article conclut en soulignant les conséquences économiques de l'aménagement. E. 1672 (◇).

592-16. **La reconstruction du barrage mobile de Kembs (Haut-Rhin).** *Génie Civ.* (1<sup>er</sup> août 1947), n° 15, p. 295-297, 5 fig. — Exposé des travaux de remise en état du barrage de Kembs détruit en plusieurs phases au cours de la guerre. E. 1138 (◇).

593-16. **Remise en état du barrage de Kembs.** BOURGEOIS (F.); *Travaux* (août 1947), n° 154, p. 357-366, 20 fig. — Description des travaux de reconstruction du barrage de Kembs détruit en 1945. E. 1244 (◇).

594-16. **L'équipement sur la Truyère de la chute de Couesque.** LEBAILLY (P.); *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 131-140, 14 fig. — Description de l'équipement qui comporte un barrage-voûte de 60 m de hauteur, une galerie d'amenée, une conduite forcée métallique en galerie et une usine de 64 000 kw. Les travaux sont en cours. E. 1731 (◇).

595-16. **Le progrès dans la construction des barrages. Le bassin de ralentissement des chutes de St-Anthony** (Development and hydraulic design, St-Anthony falls stilling basin); *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs.* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1093-1118, 18 fig., 23 réf. bibl. — Discussion par D. E. BLOTCKY, M. M. CULP, P. BAUMANN, A. J. PETERKA et L. M. LAUSHEY de l'article de F. W. BLAISDELL paru dans le numéro de février 1947. Dans le bassin de ralentissement la dissipation d'énergie se fait par choc de l'eau contre de l'eau et contre un solide immergé. Étude analytique. Discussion des formules et coefficients donnés par l'auteur. Précisions sur quelques parties de la construction. Compléments à l'étude analytique. E. 1391 (◇).

596-16. **Caractéristiques de construction de la centrale de Meaford** (Constructional features of Meaford power station). BUNCLARK (F. T.); *Struct. Engr.* (nov. 1947), vol. 25, n° 11, p. 483-505, 7 fig. — Cette note très détaillée est relative à la



construction de la centrale thermique de Meaford (Angleterre). La note décrit l'emplacement et l'installation générale de la station, les travaux de fondation, le soubassement général, l'assise du turbo-générateur, l'installation du bâtiment, du magasin aux combustibles; en conclusion la note résume les progrès qui ont pu être réalisés dans une construction ayant employé 12 000 t de charpente en fer pour la construction du bâtiment des chaudières, 3 500 t pour le bâtiment du turbo. E. 1666 (◇).

597-16. **Équipement spécial pour la réparation du barrage de Grand Coulee, aux États-Unis.** *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 122-123, 3 fig. — Le déversoir du barrage de Grand Coulee a été profondément érodé. L'article décrit le procédé de réparation au moyen d'un caisson flottant et d'un caisson plat. E. 1256 (◇).

598-16. **Histoire thermique pendant un lustre d'un barrage mince en béton sur la rivière Yuba [Californie]** (The five-year temperature record of a thin concrete dam). BURKS (S. D.); *J. Amer. Conc. Inst.* (sept. 1947), vol. 19, n° 1, p. 65-76, 8 fig., 2 réf. bibl. — Les changements saisonniers de température ne sont perceptibles que lorsque le béton ne dégage plus de chaleur par suite de la prise. L'orientation de l'ouvrage est pratiquement sans influence sur la température intérieure. Durée de propagation de la température à travers différentes épaisseurs de béton. Effet des variations diurnes. E. 1414 (◇).

599-16. **Les digues du canal Albert dans le Bief Diepenbeek-Hasselt (suite).** BEER (E. de); *Science et Techn.* (1947), n° 4, p. 7-13, 6 fig. — L'auteur termine son exposé sur le degré de stabilité de la digue au droit de la brèche, puis recherche les causes de la localisation de la rupture. Il décrit les renforcements exécutés aux digues primitives, la reconstruction au droit de la brèche (réfection des berges, exécution des renforcements) et les conditions du relevage des niveaux piézométriques. Il conclut à la possibilité de résoudre le problème de la sécurité des digues. E. 1238 (◇).

600-16. **Construction de centrales hydro-électriques à Veltlin.** *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 121-122. — Analyse d'un article de *Wasser und Wasserwirtschaft* de décembre 1946, décrivant les travaux d'électrification de Veltlin (région de Milan) qui comportent huit centrales alimentées par la retenue du barrage de San Giacomo. E. 1256 (◇).

601-16. **L'équipement hydroélectrique français en 1947.** CHEVRIER (P.); *Travaux* (oct. 1947), n° 156, p. 513-525, 10 fig. — Après un rappel de données statistiques, ou générales, revue méthodique des caractéristiques essentielles des installations hydroélectriques existantes. E. 1483 (◇).

602-16. **Calcul des chambres d'équilibre à section variable par les méthodes aux différences finies et semi-graphiques. Vérifications expérimentales (fin).** ESCANDE (L.); *Génie Civ.* (15 oct. 1947), n° 20, p. 389-393, 19 fig. — Dans cette dernière partie de son étude, l'auteur étend sa méthode aux chambres à section variable, dans le cas où l'on peut trouver une solution analytique en négligeant les pertes de charges dans le canal d'amenée et celui où les phénomènes réels exigent le recours à l'expérience comme procédé de contrôle; mode opératoire. E. 1456 (◇).

## Bâtiments publics.

603-16. **Constructions édilitaires. Œuvres et Maîtres-Œuvre** (juil. 1947), n° 8, p. 11-17, 21 fig. — Description illustrée de l'Hôtel de Ville de Poissy et de l'Hôtel de Ville de Boulogne-Billancourt. E. 1265 (◇).

604-16. **Édifices publics.** *Arch. Franc.* (avril 1947), n° 69, 47 p. — Ce numéro spécial est consacré aux édifices publics. Il est constitué par une série de monographies traitant des projets et réalisations suivants : *Hôtel des Postes de Lyon*, par M. ROUX SPITZ, Ministère de la Marine. *Projet de reconstruction et rénovation.* NIERMANS frères. *Ensemble administratif départemental avec hôtel de Préfecture.* ARRETCHÉ (L.), MERSIER (M.), COCHÉ-PAIN (A.). *Le sauna ou bain finlandais.* PORRET (E.). *County hall du Hertfordshire.* JAMES (C. H.). PIERCE (R.). *Hôtel de Ville d'Aarhus.* JACOBSEN (A.), MOLLER (E.). *Hôtel de Ville de Fresno* [U. S. A.]. FRANKLIN et KEMP. *Un hôtel des Postes et Services municipaux, à Gary* [Indiana, U. S. A.]. STERNFELD (H.). CHEVREY (L.). *Bureau de poste dans le Connecticut* [U. S. A.]. OR (D.). MAC MILLAN (R.). E. 1230 (◇).

## Voies de communication.

### Voies routières.

605-16. **La mécanisation dans la construction des routes. Machines britanniques pour toutes les phases du chantier** (Mechanisation in road construction. British machines for all stages of development). *Press. Cuttings* (21 juin 1947), n° T/167 B, 8 fig. — Description de quelques engins de chantier utilisés pour la construction des routes : petit bulldozer de 8 CV, excavateur pour petites tranchées de canalisations, transporteur de déblais, bétonnières, matériel pour vibration et surfacage de chaussées bétonnées ou pistes d'aérodromes, épandeur d'asphalte, rouleaux compresseurs de 6 à 13 t. E. 1052 (◇).

606-16. **L'état actuel de la technique routière aux États-Unis.** BOUTET (D.), CAUDRELIER, BUFFEVEY (L. de); *Rev. gén. Routes, Fr.* (août 1946), n° 16, p. 3-12, 15, fig. — Programmes généraux d'aménagement du réseau routier américain. Croisements à niveaux séparés. Technique des revêtements en béton de ciment et en béton bitumineux. Matériels à haut rendement pour les chantiers routiers. E. 1114.8-14898 (\*).

607-16. **L'utilité des échantillons de sols dans les travaux publics** (The engineering significance of soil patterns). BELCHER (D. J.); *Highw. Res. Board Proc. of 23rd annual meeting* (nov. 1943) p. 569-598. — Application de l'étude des sols à l'établissement des routes, à leur construction et à leur entretien. E. 106, 57/23 (+).

608-16. **Fondations en sol stabilisé** (Soil-cement bases, subgrades). *Engng. News Rec.* (Mc Graw-Hill Digest) (juin 1947), p. 44. — L'État de Washington a poursuivi plusieurs tentatives dans de bonnes conditions de température au cours d'un essai étalé sur 6 années. Une section de route, établie par temps favorable et dont la surface avait subi un traitement léger au bitume, s'est conservée dans de très bonnes conditions. Une autre route, construite dans l'arrière-saison, trop tard pour qu'un traitement au bitume ait pu être appliqué, s'est écaillée au printemps suivant à la suite de la mise en route du trafic. Cet État emploie un mélange terre ciment de 10 cm d'épaisseur pour dallages en béton. E. 1308 (◇).

609-16. **Essais du sol de fondation (à suivre)** (Subgrade tests); *Highw. Bridges Aerod* (3 sept. 1947), vol. 13, n° 687, p. 4-6, 3 fig. — De récents travaux de recherches sur des routes ont révélé que la fondation sous la chaussée peut être considérée comme partie intégrante de l'ensemble résistant aux efforts causés par les véhicules. Depuis peu de temps les ingénieurs se sont attelés au problème de la résistance des fondations de routes et des méthodes de recherches et d'essais ont été étudiées. Ces essais poursuivis en Californie consistent à déterminer, par une méthode de pénétration arbitraire, la stabilité relative de la fondation et d'appliquer les résultats obtenus de manière à trouver l'épaisseur nécessaire pour la chaussée. Des tableaux reproduits au cours de l'article donnent les résultats d'essais poursuivis sur des sols argileux. L'article se termine par des conclusions se rapportant aux épaisseurs à adopter pour les chaussées. E. 1253 (◇).

610-16. **Essais du sol de fondation** (Subgrade tests). *Highw. Bridges Aerod* (10 sept. 1947), vol. 13, n° 688, p. 9, 2 fig. — Dans des expériences poursuivies antérieurement en vue d'obtenir une base pour le calcul de dalles en béton, celles-ci ont été considérées comme étant élastiques et reposant sur une fondation élastique. Celle-ci se comportait comme une série de ressorts indépendants de sorte qu'en chaque point la déviation était proportionnelle à la charge appliquée. La pression nécessaire pour produire une déviation de 25 mm était mesurée en kilogrammes centimètre carré par 25 mm, et définissait le module de réaction de la plateforme. La note donne des détails concernant deux essais et reproduit deux graphiques donnant l'un la relation entre la charge et la déformation, et l'autre celle entre l'épaisseur des dalles pouvant résister à certaines charges et reposant sur une fondation dont le module est connu en utilisant un béton de résistance également connu. E. 1263 (◇).

611-16. **Les applications routières de la mécanique des sols.** SINDZINGRE (A.); *Travaux* (1947), n° 152 bis, p. 30-36, 12 fig. — Des applications pratiques doivent pouvoir être déduites des recherches sur la mécanique des sols. L'auteur étudie les conditions d'exécution d'un bon compactage des remblais : suppression des tassements, teneur en eau voisine de la limite de liquidité, élimination des terres impropres. Puis il examine les conditions d'exécution des routes en béton d'argile (règle de TALBOT — granulométrie discontinue — qualités routières des



matériaux) et l'action du gel sur les sols (influence de la richesse des argiles en cations échangeables et de la plasticité du système colloïdal). Il termine par un aperçu très bref sur la consolidation électrique des sols. E. 1015 (◇).

612-16. La construction et l'usage des routes (Road making and road using). SALKIELD (T.), 3<sup>e</sup> éd., 1 vol. (14 × 22 cm), 220 p., fig. — I. Pitman and Sons éd. Londres. — L'auteur fait d'abord l'histoire de la construction des routes en Grande-Bretagne, puis il décrit les caractéristiques des routes modernes. Dans les chapitres suivants, il étudie en détail les méthodes de construction et le matériel employés pour les différents types de revêtement, en particulier pour les routes à revêtement utilisant comme liant le goudron ou l'asphalte. La dernière partie est consacrée à l'usage des routes et à l'action des différents types de véhicules. E. 1528 (◇).

613-16. Routes en calcaire (Limestone roads). VALTON (P. A.). [London, Chapman and Hall, (1946). (21,5 × 14), viii-112 p., fig., 12 pl. h. t., 1 dpl. h. t., 10 s. 6 d. — Caractéristiques et propriétés du calcaire utilisé comme agrégat pour revêtements routiers; matériaux utilisables pour la constitution des revêtements. Construction des routes. E. 1114.8-14905 (\*).

614-16. Rapport du comité D-4 sur les matériaux routiers et les matériaux de revêtement (Report of committee D-4 on road and paving materials). American Society for testing materials [Philadelphie] (1946), 8 p. E. 106, 57/24 (+).

615-16. La semaine technique de la route. Tech. Mod. Constr. (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 141-144. — Compte rendu de la semaine technique de la route organisée par l'Association technique de la Route. Les problèmes étudiés concernent les liants plastiques, les liants rigides, les fondations de chaussées et d'aérodromes, l'utilisation de l'asphalte à froid, le matériel, la signalisation et les rapports de la technique automobile et de celle de la route. E. 1731 (◇).

616-16. Les risques de soulèvement des revêtements de routes et de pistes d'avions. LOSSIER (H.); Travaux (1947), n° 152 bis, p. 23-29, 11 fig. — L'auteur étudie le soulèvement vertical de prismes comprimés horizontalement, reposant sur une base fixe et soumis à l'action d'une charge stabilisante. Le soulèvement est facilité par des joints de dilatation qui se bloquent intempestivement. Une formule fixe l'épaisseur (pour n'avoir ni rupture par flexion, ni soulèvement explosif) en fonction de l'écart de température maximum susceptible de se produire. L'auteur expose le programme des essais établis, décrit les appareils utilisés pour leur réalisation, rappelle les conditions de similitude et donne les résultats des essais qui n'ont pas infirmé la possibilité de supprimer, sous certaines conditions, les joints dans les pistes et les routes. E. 1015 (◇).

617-16. Réfection de la surface de routes anciennes (Resurfacing old roads). Engng. News Rec. [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 44. — Dans l'Etat d'Ohio on emploie un mélange compact pour reconstituer les surfaces dégradées ou brisées des routes en béton. On utilise une couche de 10 cm pour les routes à trafic important et une couche de 5 cm pour les autres. Cette réfection prolonge la vie des routes de 12 à 15 années. Une couche de 7,5 cm coûte \$ 18 000 par longueur de 1 600 m pour 2 voies. E. 1308 (◇).

618-16. L'emploi du chlorure de calcium pour réparer les routes empierrées. JELMONI (A.); Asfalti, Bitumi, Cairami [Italie] (mai-juin 1947). — Faute de goudron et d'asphalte, l'auteur préconise l'emploi du chlorure de calcium pour la réparation des routes italiennes. Ce corps empêche la formation de la poussière et son soulèvement. L'auteur indique la granulométrie d'emploi et la teneur optimum en argile. Il décrit les procédés opératoires s'appliquant respectivement aux constructions neuves et aux réparations de routes. E. 1528 (◇).

619-16. La régénération du tarmacadam vieilli. DURIEZ; Rev. gén. Routes, Fr. (nov. 1946), n° 16, p. 20. — L'auteur suggère: le malaxage avec 2 à 3 % d'huiles moyennes de houille ou avec du goudron de gaz à l'eau français. Chauffage juste avant l'emploi à 90-110° C. Traitement avec une émulsion de bitume et addition de poussier de carrière, etc. E. 1114.8-14909 (\*).

620-16. Etude des joints dans les revêtements en béton (Design of joints in concrete pavements). Highw. Res. Board. (1932), t. 362, p. 109. — Cette traduction par le Service des Bases aériennes indique différents matériaux de remplissage de joints, donne un extrait du cahier des charges type pour le revêtement d'aéroports en béton de ciment, puis donne des extraits d'un article de H. ABRAHAM intitulé Matériaux bitumineux pour remplissage de joints dans Asphalts and allied substances, p. 685-688, dans lequel l'auteur envisage les joints en bitume dans les revêtements

en briques, les revêtements en pierre, le béton de Portland, les joints de dilatation bitumineux coulés ou préfabriqués avec leurs caractéristiques et quelques joints en matériaux divers. E. 1445. — Traduction S. T. B. A., T/397 (◇).

621-16. Pièces de liaison préfabriquées formant joints pour routes et pistes d'envol en béton (Prefabricated joints for concrete roads and runways). Concr. and Constr. Engng. (nov. 1947), vol. 42, n° 11, p. 350-351, 5 fig. — L'article décrit un procédé utilisé dans la construction d'une nouvelle route. On a utilisé des joints de dilatation et de contraction constitués par des pièces de béton préfabriquées. Description, fabrication et mise en œuvre de ces pièces. E. 1667 (◇).

622-16. Macadam à liant de ciment. Avantages du Système-Sandwich (Cement-bound macadam. Merits of the Sandwich-System). MAC GREGOR (J.); Highw. Bridges Aerod. (3 sept. 1947), vol. 13, n° 687, p. ii (suppl.), 1 fig. — Cet article a pour but de réfuter l'argument opposé à ce procédé de construction de routes sous prétexte qu'il ne convient pas en cas de gelée. En réalité, les défauts seraient dus à la main-d'œuvre d'exécution. L'article passe en revue la manière d'opérer qui consiste à poser une couche de cailloux d'une certaine épaisseur, à l'écraser, à poser par dessus une couche de ciment, puis une nouvelle couche de pierre recouverte ensuite de mortier. L'article donne des indications précises au sujet de la pose, de l'épandage, du travail des rouleaux compresseurs et se termine par quelques détails au sujet des précautions à prendre en cours d'exécution. E. 1253 (◇).

623-16. Le gravillonnage mécanique et l'organisation des chantiers. IGNAKE (L.); Travaux (1947), n° 152 bis, p. 116-121, 11 fig. — Avantages du gravillonnage mécanique; les gravillonneurs ne doivent pas servir d'engins de transport; interdépendance des éléments d'un chantier de répandage. Examen des conditions auxquelles doivent satisfaire les gravillonneurs mécaniques pour que le répandage soit correct. Description de camions gravillonneurs, des pelleuses de chargement. Etude de l'organisation des chantiers, chantiers types. E. 1015 (◇).

624-16. La spécification des gravillons. COQUAND (R.); Travaux (1947), n° 152 bis, p. 17-22, 9 fig. — Nécessité d'un cahier des charges type pour les gravillons destinés aux revêtements. Les gravillons utilisés doivent présenter 4 qualités: dosage précis, adhérence au liant, résistance à l'écrasement, rugosité en revêtement. La qualité des gravillons sera caractérisée par leur granulométrie (tamisage), leur propreté (lavage), leur homogénéité (appareil MANNHEIM), leur forme (cubicité), leur résistance à l'écrasement et à l'usure (coefficient DEVAL), leur adhérence au liant (essai RIEDEL et WEBER, addition de produits augmentant l'adhésivité). Ces règles seront la base de départ de recherches nouvelles. E. 1015 (◇).

625-16. Emploi du latex pour les fissures (Latex crack filler) Engng. News Rec. [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 44. — En Californie on a utilisé avec succès un mélange de latex et d'asphalte comme matériau de remplissage des fissures se produisant dans un pavage de béton. Avant guerre on utilisait du latex naturel; maintenant on utilise du Buna S. On mélange de l'asphalte SC4 ou SC6 avec du latex synthétique et on le coule dans les fentes. On applique ce matériau à froid et son prix de revient est de \$ 1,50 par gallon, soit par 4,54 l. On utilise du fluorosilicate de sodium en poudre comme agent de congélation. E. 1308 (◇).

626-16. Etat actuel et orientation de la technique en matière de routes en béton. VIELLIARD (J.); Travaux (1947), n° 152 bis, p. 49-57, 16 fig. — L'auteur fait état des études mathématiques sur les dalles de béton reposant sur un milieu élastique poursuivies par WESTERGAARD et par M. DE L'HORTET et rappelle les essais d'endurance et de détermination directe des contraintes réalisés en vue de l'étude expérimentale de la question. Il appelle l'attention sur les effets dus aux variations de température et au degré hygrométrique. Il examine les améliorations qui ont été apportées dans la solution des problèmes relatifs aux fondations, aux caractéristiques du revêtement (épaisseur, agrégats, eau, liants, joints), à la confection du béton, à sa mise en œuvre et aux méthodes de contrôle de la qualité du revêtement. E. 1015 (◇).

627-16. Construction moderne des chaussées en béton. Roads and Road Constr. (mai 1947), p. 161. — Le progrès est caractérisé par l'emploi des machines et les soins apportés aux joints. L'utilité des armatures n'est pas démontrée dans tous les cas. On utilise des joints de contraction pour localiser les fissures tous les 3 ou 6 m. Les joints de dilatation s'espacent de 30 à 450 m. Les barres d'ancrage ont de 0,25 m à 0,90 m. Le béton atteint 350 à 490 kg/cm<sup>2</sup> de résistance. E. 1481 (◇).



628-16. Béton colloïdal (Colcrete). Son application aux travaux routiers. VERRON (J.); *Travaux* (juil. 1947), n° 153, p. 316, 2 fig. — Description d'un procédé anglais de fabrication d'un mortier de ciment, hydraté de manière à atteindre l'état colloïdal. Pour la construction des routes, ce mortier est répandu sur les gros agrégats et on lui incorpore ensuite les petits agrégats. E. 1243 (◇).

629-16. Evolution de la technique des routes en béton. LARRARD (de); *Rev. gén. Routes*, Fr. (août 1946), n° 16, p. 13-14, 1 fig. — Composition des bétons utilisés, épaisseur du revêtement, méthodes de mise en œuvre, réalisation des joints, emploi d'armatures. E. 1114.8-14911 (\*).

630-16. Entretien et réparation de dallage en béton de ciment de Portland (Maintenance and repair of Portland cement concrete pavement). ANDERSON (A. A.); *J. Amer. Conc. Inst.* (1946), 17 [Proceedings 42] (5), p. 477-492. — Règles relatives à l'entretien et à la réparation des dallages : bouchage des joints et craquelures; réfection de surfaces importantes boursoufflées avec du mortier de ciment; diagrammes de différents types de réfection suivant leur emplacement sur la route et l'épaisseur des boursoufflures. Description des machines utilisées pour casser le béton en mauvais état. Composition de mortiers liquides. Indication sur des modes de traitement du béton. Recommandations relatives à des mélanges types utilisant du ciment de Portland. E. 1282 (◇).

631-16. Machine à épandre et à damer le béton des chaussées, système Waldvogel. WALDVOGEL; *Schweiz. Techn. Z.* (20 mars 1947), 1 fig. — M. WALDVOGEL décrit une machine de son invention qui reçoit de façon continue le béton dans une trémie d'où il se répand sur la fondation de la chaussée sous l'action d'une paroi verticale vibrante de la trémie; cette paroi est solidaire d'une plaque horizontale qui vibre la surface du béton. Elle permet d'exécuter un revêtement de 100 à 300 m<sup>2</sup> à l'heure. E. 1390 (◇).

632-16. Liants routiers. DURIEZ (M.); 2 vol., 405 p., 121 fig. — Cet ouvrage traite de l'ensemble de la question des liants routiers en exposant les connaissances théoriques et pratiques relatives à : tome I : les éléments constitutifs, leurs propriétés (viscosité des liants hydrocarbonés, leur cohésion, leur adhésivité); tome II : les caractéristiques d'utilisation, les mortiers et bétons hydrocarbonés, leur prise, leur vieillissement, l'identification et le contrôle des goudrons, des bitumes, des brais, des émulsions. E. 1015 (◇).

633-16. La compacité des revêtements hydrocarbonés en relation avec les méthodes d'enrobage et le choix des agrégats. DURIEZ; *Rev. gén. Routes*, Fr. (nov. 1946), n° 16, p. 10-14, 4 graph. — Étude, aux points de vue de la compacité, du choix des agrégats et des méthodes d'enrobage, des différents procédés de construction des revêtements routiers. Bétons fermés confectionnés à chaud, revêtements par pénétration et par semi-pénétration, revêtements en matériaux préenrobés. E. 1114.8-14908 (\*).

634-16. Les enrobages en milieu aqueux. LINCKENHEYL (G.). *Travaux* (1947), n° 152 bis, p. 37-43, 4 fig. — L'auteur étudie les procédés d'enrobage à l'émulsion et les procédés d'enrobage physico-chimiques. Il indique les émulsions utilisées et les lois qui les régissent (réglage de la rupture des émulsions — essais standards), décrit les méthodes pratiques de mise en œuvre (procédé humide — procédé sec) en France, aux États-Unis, en Angleterre (aux points de vue granulométrie, teneur en émulsion, en liant matériel employé) et le mécanisme de formation et de rupture des émulsions. Il expose la théorie des enrobages en milieu aqueux, par voie physico-chimique, cite les principaux « réactifs » ajoutés aux agrégats et aux liants, et passe en revue le matériel, les matériaux et les liants utilisés. Il termine par la critique comparative des différentes méthodes d'enrobage. E. 1015 (◇).

635-16. La semaine technique de la route (suite). RAMPAZZIE; *Monit. Trav. Publ. Bdt.* (2 août 1947), n° 31, p. 1-3. — Suite du résumé de la conférence de M. RAMPAZZIE sur l'utilisation de l'asphalte en poudre sur les routes nationales. Après avoir rappelé ses principales caractéristiques et l'évolution de la mise en œuvre, le conférencier traite du procédé de l'asphalte à froid, dont il décrit les différents modes d'exécution. E. 1155 (◇).

636-16. Fabrication et application des mélanges bitumineux obtenus par appareil de malaxage continu à grand rendement. MATHIEU (G.), et PRESCOTT (R.); *Travaux* (1947), n° 152 bis, p. 109-115, 6 fig. — Les auteurs donnent une description des appareils BARBER-GREEN à fabrication continue utilisés pour des travaux routiers exécutés aux environs d'Alger (reciprocating feeder, sécheur, hot elevator, gradation control unit, malaxeur). Ils étudient l'étalonnage et le réglage de ces

appareils, l'organisation des chantiers (alimentation et mise en route du matériel), le répandage des matériaux au moyen du Finisher et signalent les incidents de marche du chantier. E. 1015 (◇).

637-16. Les centrales d'enrobage à grand débit pour les chantiers de revêtements bitumeux. DE BUFFEVANT (M.); *Travaux* (1947), n° 152 bis, p. 81-85, 11 fig. — L'auteur examine le matériel et l'organisation des centrales de préparation des matériaux enrobés destinés aux chantiers de revêtement bitumineux. Il étudie l'ensemble des installations et des opérations nécessaires depuis le wagon et le camion-citerne d'approvisionnement en agrégats et en liant, jusqu'au camion-benne transportant les matériaux enrobés vers le chantier de mise en œuvre. Il traite en particulier de l'approvisionnement, de la préparation et de l'enrobage des matériaux, et du transport des matériaux enrobés. E. 1015 (◇).

638-16. Proportions de bitume dans les mélanges d'asphalte (Bitumen content in asphalt mixes). *Highway Bridges Aerod.* (8 oct. 1946), vol. 13, n° 692, p. 4. — La détermination de la proportion optimale de liant à employer pour agglomérer les mélanges d'asphalte est un sujet toujours d'actualité depuis des temps immémoriaux. Les spécifications standard britanniques se sont efforcées d'apporter de la clarté dans cette matière. La question a été étudiée en divisant les types d'asphalte en deux parties : l'asphalte passé au rouleau et l'asphalte mastic. La note examine la question de la viscosité du liant et celle de la nature de l'agrégat. Celui-ci tel qu'il est utilisé actuellement affecte la proportion du liant à différents degrés qui dépendent de deux facteurs, l'adsorption et l'absorption. Après avoir examiné diverses matières constituant l'agrégat, la note apporte quelques conclusions d'ordre pratique. E. 1418 (◇).

639-16. Instructions officielles pour la construction de revêtements bitumineux sur les pistes d'aérodromes aux États-Unis d'Amérique (Behördliche Vorschriften für den Bau bituminöser Pistendecken in den Vereinigten Staaten von Amerika). *Strasse und Verkehr* (mars 1946), n° 5, p. 53-57, 3 fig. — Traduit par le Service des Bases Aériennes, cet article analyse et commente les instructions officielles américaines pour les revêtements bitumineux. On y traite des règles concernant le choix des matériaux, la granulométrie, le dosage, les conditions à remplir par les machines, la préparation du sol, l'épandage, le surfacage, le contrôle du revêtement après l'exécution, les procédés de contrôle des profils. E. 1443. — Traduction S. T. B. A., T/228 (◇).

640-16. Les aires en mastic bitumineux coloré (Coloured pitch mastic flooring). *Brit. Stand. Inst.* (1947) [London]. E. 838, 64/25 (\*).

641-16. La pratique des bétons hydrocarbonés compacts pour revêtement de routes, d'aérodromes et d'étanchéité. Etat actuel des préparations, procédés et techniques à préconiser en France métropolitaine et d'outre-mer (à suivre). DURIEZ (M.); *Travaux* (août 1947), n° 154, p. 367-372, 4 fig. — Après un rappel sommaire des éléments de théorie, l'auteur étudie les divers types de bétons compacts pour routes, aérodromes, étanchéité, et examine les caractéristiques particulières de granulométries et de dosages en liant. E. 1244 (◇).

642-16. La pratique des bétons hydrocarbonés compacts pour revêtement de routes, d'aérodromes et d'étanchéité. Etat actuel des préparations, procédés et techniques à préconiser en France métropolitaine et d'outre-mer (à suivre). DURIEZ; *Travaux* (oct. 1947), n° 156, p. 540-545, 3 fig. — Dans cette partie de l'étude sont exposées la nature et les caractéristiques du liant convenant aux différents bétons hydrocarbonés, puis la question de la granulométrie continue ou discontinue. E. 1483 (◇).

643-16. Machine pour le revêtement et le surfacage des routes (Road laying and finishing machine). *The Engineer* (10 oct. 1947), vol. 154, n° 4785, p. 350, 1 fig. — Emploi d'une machine pour l'exécution d'un revêtement de chaussée dans Londres afin de gêner le moins possible le trafic. Le revêtement est en asphalte de 13 cm dont 9 cm de sous-couche et de 4 cm de couche d'usure. Conditions d'emploi de la machine (◇).

644-16. Diminution de la désagrégation par l'eau du revêtement en asphalte des chaussées par l'emploi de produits phénoliques. NELLENSTEIN et Mlle BAART; *Wegen* (juin 1947). — Article montrant l'influence sur la résistance des asphaltes à la désagrégation de l'eau d'une addition de 1 % de phénol. E. 1674 (◇).

645-16. Examen des techniques de la construction routière (Highway construction techniques discussed). *Engng. News Rec.* [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 44. — Lors d'une



récente réunion de l'« American Association of Highway Officials », des suggestions importantes ont été présentées relativement à la construction et à l'entretien des routes. Les rapports les plus significatifs ont eu trait à l'emploi du latex pour le colmatage des fissures, aux traitements contre la glace et la poussière, à l'utilisation de procédés de protection pour le béton pendant la période de prise, à la compacité du sol de fondation, aux fondations en sol stabilisé et à la réfection de la surface de routes anciennes en béton. E. 1308 (◇).

646-16. **La glace et la neige sur les routes. Enlèvement par traitement chimique** (Ice and snow on roads. Removal by chemical treatment). *Highw. Bridges Aerod.* (19 nov. 1947), vol. 14, n° 698, p. 3. — Description d'une méthode chimique utilisable dans certaines conditions atmosphériques; elle consiste à répandre une couche de chlorure de calcium seul ou avec addition de chlorure de magnésium. Méthode plus coûteuse que l'emploi du sel pur, qu'on ne peut utiliser dans tous les cas. E. 1726 (◇).

647-16. **Garage à plaque tournante pour automobiles à Lucerne.** ARMSTRONG (Ch. F.). *Engineer* (27 juin 1947). — Description d'un système de garage à plaque tournante ayant permis de transformer en garage pour 45 voitures une ancienne rotonde de 41 m de diamètre. E. 1674 (◇).

648-16. **Utilisation dans l'État de Michigan d'un procédé de signalisation par dallage comportant des globes réflecteurs** (Reflector beads pavement marking in Michigan). JARMAN (H. G.). *Highw. Bridges Aerod.* (1<sup>er</sup> oct. 1947), vol. 13, n° 691, p. 1-3. — L'article se propose de rendre compte des méthodes utilisées dans cet État en vue de signaler les routes pour le trafic automobile. Parmi ces méthodes l'article décrit principalement l'emploi de réflecteurs et donne les détails sur leur fonctionnement, le mode de fabrication avec indications sur les peintures réfléchissantes utilisées, leur application ainsi que leur montage et les appareils dont on se sert à cet effet. E. 1393 (◇).

#### Voies ferrées.

649-16. **Problèmes hydrologiques et géologiques dans les travaux de la jonction Nord-Midi. La granulométrie des terrains.** THOREAU (J.). *Science et Techn.* (1947), n° 4, p. 15-19, 1 fig. — La nécessité de connaître dans le détail la composition du sol et ses caractères hydrologiques dans la zone où devait se réaliser la jonction des deux stations du Nord et du Midi, pose au géologue et à l'hydrologue des problèmes que l'auteur étudie dans le détail. Ces questions concernent la structure des terrains, l'étude granulométrique et les caractères hydrologiques des terrains, le comportement de la nappe aquifère au cours des travaux. E. 1238 (◇).

650-16. **La jonction Nord-Midi. Liaison ferroviaire à travers la ville de Bruxelles (à suivre).** NOVGORODSKY (L.). *Techn. Trav.* (mai-juin 1947), n° 5-6, p. 157-174, 21 fig. — Description des travaux de la jonction Nord-Midi, dont le tunnel est construit en tranchée dans le sable bouillant au pied de monuments et d'habitations et dans une nappe d'eau. E. 1130 (◇).

651-16. **La jonction Nord-Midi. Liaison ferroviaire à travers la ville de Bruxelles (suite).** NOVGORODSKY (L.). *Techn. Trav.* (juil.-août 1947), n° 7-8, p. 239-252, 21 fig. — Cette partie de l'étude expose les travaux du 3<sup>e</sup> tronçon du tunnel et la reprise en sous-œuvre de la Banque Nationale, la construction des 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> tronçons, celle du viaduc du Nord et travaux annexes, du viaduc du Midi et travaux annexes. E. 1293 (◇).

652-16. **La jonction Nord-Midi. Liaison ferroviaire à travers la ville de Bruxelles (suite).** NOVGORODSKY (L.). *Techn. Trav.* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 281-292, 23 fig. — Description des travaux de relèvement des voies des gares du Midi et du Nord et de la construction du bâtiment des recettes de la gare du Midi. E. 1802 (◇).

653-16. **Aspects techniques de divers travaux de la jonction Nord-Midi (suite).** DE SAEGHER (M.). *Science et Techn.* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 3-6, 3 fig. — Examen de quelques ouvrages de la jonction Nord-Midi à Bruxelles: garage double, pont de la rue des Plantes, pont de la rue de Brabant. E. 1768 (◇).

654-16. **Les travaux de la jonction Nord-Midi à Bruxelles. La mise en observation des bâtiments de la Banque Nationale.** RABOZEE (H.). *Science et Techn.* (1947), n° 5-6, p. 7-13 8 fig. — Cinq postes d'observation de clinomètre ont été installés dans la partie de la Banque Nationale la plus exposée aux troubles que pouvaient produire les travaux du tunnel, pour y relever les variations de pente du sol. Mesures effectuées au clinomètre et calcul des pentes au fur et à mesure de l'avancement des tra-

vaux. Examen des causes possibles de variation de pente et relation de ces variations avec les travaux. Troubles constatés dans l'immeuble. E. 1251 (◇).

655-16. **Les travaux de la jonction Nord-Midi. Les ponts expérimentaux de la rue du Miroir à Bruxelles.** MAGNEL (G.). *Science et Techn.* (1947), n° 7-8, p. 7-10. — Exposé de l'expérience faite sur un pont de la rue du Miroir à Bruxelles. Ce pont destiné à soutenir six voies parallèles a été constitué par six tabliers indépendants construits, un en béton armé ordinaire, un en acier Isteq, un en acier Toristeg et deux en béton précontraint (matériaux roulés pour l'un, matériaux concassés pour l'autre). Comparaison des prix en faveur du béton précontraint. E. 1491 (◇).

656-16. **Les traverses de chemin de fer en béton système Franki-Bagon.** DELVAUX (J.). *Techn. Trav.* (mai-juin 1947), n° 5-6, p. 175-179, 8 fig. — Ces traverses en béton comportent cinq éléments (deux tasseaux, une entretoise et deux éléments intercalaires) assemblés par une barre en acier spécial, tendue et ancrée aux extrémités. E. 1130 (◇).

657-16. **Blocs en béton moulés à l'avance pour butoirs de chemin de fer** (Precast concrete blocks for railway buffers). *Conc. Build. Conc. Prod.* (août 1947), vol. 22, n° 8, p. 107-108, 2 fig. — L'article décrit de nouveaux butoirs qui viennent d'être mis en service par les chemins de fer du Sud de l'Angleterre. Le butoir se compose de 5 blocs en béton de 2,4 m de large × 2,5 m de longueur et 0,60 m d'épaisseur préparés à l'avance. Entre les blocs on a inséré dans les joints un feutre bitumineux. L'article rend compte de la manière dont les blocs sont montés sur une charpente métallique et décrit la disposition adoptée pour le bloc destiné à recevoir le choc ainsi que celle prévue pour la remise en position de l'ensemble après chaque coup de tampon. E. 1146 (◇).

658-16. **Chemin de fer métropolitain de Paris. Prolongement de la ligne n° 13 à Saint-Ouen.** BARDOUT (G.). *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 103-109, 12 fig. — Le prolongement de la ligne n° 13 du métropolitain mesure 3 km et se divise en deux lots. — Description des ouvrages et mode d'exécution des travaux. E. 1256 (◇).

#### Téléferiques.

659-16. **La construction et l'exploitation de téléferiques de chantiers susceptibles d'être utilisés pour le transport du personnel.** *Cahier Com. Sécur. B. T. P.* (juil. 1947), n° 4, p. 17-19. — Il s'agit d'un ensemble de règles qui doivent servir de guide lors de la réalisation des téléferiques nouveaux ou de la réfection des anciens, pour réduire les risques d'accidents et encourager l'utilisation de ces appareils. Ces règles visent la station motrice, les supports intermédiaires, les poulies, galets, chariots, bennes, etc., l'exploitation. Elles ont été élaborées par la Société Hydrotechnique de France et homologuées par le Comité Technique National du B. T. P. auprès de la Caisse nationale de Sécurité sociale. E. 1179 (◇).

#### Voies navigables. Navigation maritime.

660-16. **Réparation provisoire des ports continentaux (à suivre)** (Emergency repairs to continental ports). *Engineering* (oct. 1947), vol. 164, n° 4263, p. 337-338 et 348, 8 fig. — Remise en exploitation des ports de Dieppe, Boulogne, Calais et Ostende par l'armée et la marine anglaises après la Libération. Description des démolitions du port de Dieppe et des travaux réalisés pour la remise en état d'une partie des quais et pour rétablir un bassin à flot. Dès le mois de septembre 1944, le trafic journalier du port était de 7 000 t (◇).

661-16. **Le port fluvial de Rouen.** LAVAL (D.). *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 447-452, 19 fig. — Description des dégâts causés par l'effondrement de 5 ponts, la démolition de 540 m de quais, le sabordage de 76 bateaux. Exposé des travaux de réfection et programme d'avenir. E. 1448 (◇).

662-16. **Reconstruction du port de Stax.** MALLET (C.). *Travaux* (juil. 1947), n° 153, p. 323-328, 13 fig. — État du port avant-guerre, activité; situation à la Libération; reconstruction sur de nouvelles bases avec un tirant d'eau de 10,50 m d'un chenal d'accès, d'un bassin de 44 ha, d'une darse et de ports de plaisance de voiliers et de pêche. E. 1243 (◇).

663-16. **La construction du port de Pointe-Noire (A. E. F.).** LAURAINT (A.). *Ann. Ponts-Chauss.* (janv.-fév. 1947), n° 1, p. 1-40, 15 fig. — Exposé des études du port de Pointe-Noire, des conditions et du tracé général du port; description des ouvrages (digue, quais, calé), mode d'exécution des travaux, superstructure et équipement, aspect financier de la construction. E. 1271 (◇).



664-16. Détermination d'un tracé rationnel des canaux et rivières. VAN CAUWENBERGE; *Ann. Trav. publ. de Belg.* (août 1947), fasc. n° 4, p. 443-474 en flamand, p. 475-478, résumé en français. — Étude de la courbe optimum à donner à un canal. La courbe pratique est une parabole cubique et l'auteur en indique le tracé. E. 1481 (◇).

665-16. La Basse-Seine. Destructures de guerre. Reconstructions d'après-guerre. BLOSSET (M.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 428-446, 37 fig. — Description des destructions et de la réparation des dégâts subis par la Basse-Seine du fait de la chute de 28 ponts et les avaries de 6 barrages et 10 écluses. E. 1448 (◇).

666-16. Ouvrages réalisés et travaux effectués sur les rivières du Service de la Navigation de la Seine (2<sup>e</sup> section), de la Marne et de l'Yonne de 1935 à 1947. GASPARD (R.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 416-427, 22 fig. — Description des quelques améliorations en cours avant la guerre et surtout des destructions subies par les ouvrages de la Seine, de l'Yonne et de la Marne et de leur reconstruction. E. 1448 (◇).

667-16. Travaux de remise en état du service spécial de la navigation Belgique-Paris-Est. BABINET (H.), MORET (G.), et MOINEAU (L.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 457-474, 29 fig. — Description des travaux de remise en état de la voie navigable Belgique-Paris-Est, dont les dégâts proviennent de la destruction de 122 ponts, 32 écluses, 5 barrages et 3 sous-stations. E. 1448 (◇).

668-16. La remise en état et la modernisation du réseau des voies navigables du Nord et du Pas-de-Calais. DUMAS (F.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 401-415, 26 fig. — Description des travaux de reconstruction et de modernisation du réseau des voies navigables du Nord et du Pas-de-Calais. E. 1448 (◇).

669-16. Remise en exploitation du canal de Tancarville. DESCHENES (H.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 453-456, 5 fig. — Sur sa longueur de 25 km, les dégâts du canal consistent en éboulements de berges, bouchons de base, débris de ponts et surtout destruction des portes de l'écluse de Tancarville. Description des travaux de remise en état. E. 1448 (◇).

670-16. Les voies navigables de la région de Nancy. POYET (R.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 485-491, 18 fig. — Description des travaux de remise en état des voies navigables de la région de Nancy à la suite de la destruction de 48 écluses, 7 barrages, 3 ponts canaux, une usine élévatrice. E. 1448 (◇).

671-16. Le rétablissement de la navigation sur le Rhin et les canaux desservant le port de Strasbourg. GRAFF (R.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 475-484, 22 fig. — Description des travaux de rétablissement de la navigation sur le Rhin, obstrué par la destruction de 50 ponts et par des milliers d'épaves sur le canal de la Marne au Rhin et des houillères de la Sarre, où furent détruits 86 ponts, des écluses et de nombreux ouvrages. E. 1448 (◇).

672-16. Le rétablissement du Fleuve Jaune dans son lit antérieur (Chine); *Génie Civ.* (1<sup>er</sup> nov. 1947), t. 124, n° 21, p. 414-415, 2 fig. — Les changements de lit du cours inférieur du Fleuve Jaune utilisé uniquement pour l'irrigation. Les matériaux charriés par le fleuve élèvent le lit au-dessus des terres environnantes et le fleuve rompt les digues. Rupture volontaire des digues en 1938 pour enrayer l'avance japonaise. Travaux exécutés entre 1945 et 1947 pour rétablir le fleuve dans son lit antérieur; réparation des digues et mise en place d'épis (exécution d'une plateforme hollandaise chargée de pierres et de limon se colmatant). E. 1528 (◇).

673-16. La Saône et ses ponts. Sabotages, bombardements et destructions. Déblaiement et reconstruction. MARCHAL; *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 495-507, 22 fig. — Description des travaux de remise en état de la Saône navigable à la suite des destructions de 1940-1944. E. 1448 (◇).

674-16. Déblaiement des ponts du Rhône. KIRCHNER (R.); *Travaux* (sept. 1947), n° 155, p. 492-494, 4 fig. — Description des travaux de déblaiement des débris de 42 ponts obstruant le lit du Rhône. E. 1448 (◇).

675-16. La canalisation du Bas-Rhône. AUBERT (J.); *Ann. Ponts Chauss.*, Fr. (juil.-août 1946), n° 116, p. 463-496. — Choix du procédé d'aménagement. Chute de Douzère-Mon-dragon, dérivation. Détermination du débit d'armement des usines du Bas-Rhône. Bibl. E. 1114.8-14853 (\*).

676-16. La reconstruction de l'Ecluse du Jeu-de-Mail, à Dunkerque. DUMAS (F.); *Techn. Trav.* (juil.-août 1947), n° 7-8, p. 221-238, 26 fig. — Description des travaux de réfection de l'écluse du Jeu-de-Mail à Dunkerque, détruite à la Libération. La nouvelle écluse est prévue pour gros chalands. E. 1293 (◇).

677-16. La reconstruction de l'écluse de Creil. PETITPRE; *Tech. Mod. Const.* (août 1947), t. 2, n° 4, p. 118-121, 2 fig. — Exposé de ces travaux exécutés rapidement avec de puissants moyens par le génie américain. E. 1256 (◇).

678-16. La reconstruction du ponton de Steen à Anvers. BRAECKMAN (A.); *Oss. Métall.* (nov. 1947), n° 11, p. 449-456, 17 fig. — Le ponton métallique et son pont d'accès, détruits à Anvers par les Allemands, n'ayant pu être récupérés, ont été reconstruits entièrement. Le ponton de 100 x 20 m est constitué par 5 caissons construits sur chantier, lancés et assemblés ensuite avant transport en place à une distance de 20 km. Le pont d'accès de 40 m de portée, du poids de 70 t a été transporté à 2 km par une barge flottante de 150 t. E. 1533 (◇).

679-16. Le bassin de radoub du Capitaine Cook à Sydney (Australie) (Captain Cook graving dock, Sydney). GUTHRIE-BROWN (J.); *J. Inst. Civ. Engrs* (oct. 1947), n° 8, p. 286-327, 25 fig. — Mis en service début 1945, le bassin peut recevoir les plus grands navires de ligne. Il a une longueur intérieure de 345 m pour une largeur de 45 m. Il est fermé par deux caissons flottants, et un caisson intermédiaire permet de partager le bassin en deux parties. Spécifications relatives aux ciments utilisés. Construction du radier, des parois et des quais. Engins de levage. Équipement mécanique et électrique. Quantités de matériaux utilisés. E. 1503 (◇).

680-16. Le bassin de radoub Sturrock au Cap (Afrique du Sud) (The Sturrock Graving dock, Cape Town). PATERSON (D. E.); *J. Inst. Civ. Engrs* (oct. 1947), n° 8, p. 328-353, 22 fig. — Mis en service en septembre 1945. Avec une longueur intérieure de 369 m et une largeur de 45 m, il peut recevoir les plus grands navires de ligne; il peut être partagé en deux parties. Les fouilles ont été conduites jusqu'à 24 m au-dessous des marées les plus basses. Travaux préliminaires. Travaux de bétonnage. Parties en granit. Indications sur les caissons qui ferment le bassin et permettent de le partager. Sujétions causées par le régime des courants accompagnant les marées. Remblayages en sable par pompage. E. 1503 (◇).

681-16. Discussion des articles sur les bassins de radoub du capitaine Cook à Sydney (Australie) et Sturrock au Cap (Afrique du Sud). DE BROWN et PETERSON; *J. Inst. Civ. Engrs* (oct. 1947), n° 8, p. 354-374, 6 fig. — Emploi des grues destinées au service des bassins pour leur construction; 4 grues électriques ont été immergées au Cap sur le fond du bassin, sans en attendre l'assèchement. Importance de l'étude des courants au Cap pour le choix du type de caissons. Protection des radiers contre les pressions sous-jacentes. Difficultés pour assurer l'étanchéité. Emploi des coffrages métalliques mobiles. Joints en bitume, précision exigée dans la construction. Pompes et stations de pompage. Vannes pour la mise en eau. E. 1503 (◇).

682-16. Les travaux de construction de la jetée nord et des quais d'accostage du port de Mers-el-Kébir (à suivre). JUNG (P.); *Travaux* (juil. 1947), n° 153, p. 317-322, 16 fig. — La suite de cet article continue la description de l'aménagement des carrières et du parc à blocs artificiels. E. 1243 (◇).

683-16. Les travaux de construction de la jetée nord et des quais d'accostage du port de Mers-el-Kébir (fin). JUNG (P.); *Travaux* (août 1947), n° 154, p. 383-391, 19 fig. — L'auteur termine son étude par l'exécution des ouvrages d'accostage, de la jetée nord et indique les quantités de travaux. E. 1244 (◇).

## Voies aériennes.

684-16. Intégration des aéroports dans les plans d'urbanisme. CREVEL (E.); *Ouvres et Maîtres-Ouvre* (déc. 1945), n° 6, p. 18-23, 8 fig. — L'auteur étudie les conséquences des emprises nécessitées par les aéroports, surtout par les aéroports à grand trafic, sur les plans d'aménagement : influence sur le peuplement de la région et son zoning, sur les voies de communication routières et ferroviaires, et sur l'esthétique des sites en raison des servitudes aériennes. Il donne des indications générales sur la création des cités de l'air (schémas d'aéroports des diverses catégories). E. 1020 (◇).

685-16. Réalisations françaises et réalisations étrangères. *Ouvre et Maîtres-Ouvre* (déc. 1946), n° 6, p. 28-51. — Photographies et schémas des terrains et des aéroports des aéroports suivants : Lyon-Bron, Le Bourget, Bordeaux-Mérignac, Vichy, Tarbes-La Loubère, Tunis-el Aouina, Boufarik, New-York-La Guardia, New-York-Idlewild, Washington National, Chicago, New-Orléans, Cleveland, Shannon, Londres-Heathrow, Gatwick, Langstone Harbour, Lausanne-Ecublens, Amsterdam-Schipol,



Anvers, Copenhague-Kastrup, Berlin-Tempelhof, Budapest. Tableau comparatif de 20 aéroports américains et de 20 aéroports européens. E. 1020 (◇).

686-16. **Les principes actuels d'établissement des bases aériennes.** GUILLOUX (J.) et VAUCELLES (A. de); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 10-15, 10 fig. — Les différences fondamentales qui existent entre les différentes catégories d'aviation (les bases militaires visent à être invulnérables, les bases civiles sont tributaires des grands courants économiques et des facilités d'exploitation) militent en faveur de bases spécialisées. Le choix de l'emplacement de l'aérodrome conduit à des études préliminaires sur la carte en tenant compte des obstacles et des plans d'urbanisme. Puis il faut étudier la topographie des lieux, la nature du sol et les conditions météorologiques de la région. Ensuite l'étude du plan de masse comporte les pistes d'envol, les pistes de circulation, les aires de stationnement, les installations et les accès (servitudes aériennes). L'auteur décrit les aérodromes à pistes simples (en triangle, en carré, en étoile), les aérodromes à pistes doubles (en balonnets, desservies aux deux extrémités, tangentiels), les aérodromes à pistes multiples (parallèles, tangentiels). Enfin l'auteur indique les différentes classes d'aéroports. E. 1020 (◇).

687-16. **L'infrastructure des aéroports pour l'aviation civile et commerciale.** NETTER (L.); *Rev. gén. Routes, Fr.* (déc. 1946), n° 16, p. 5-9, fig. — Dispositions générales des aérodromes : tracé et débit des pistes. Développement de la technique en matière de construction de pistes : qualités et défauts des revêtements souples et des revêtements rigides. Essais effectués en France sur ces derniers, qui seront adoptés. E. 1114.8-14931 (\*).

688-16. **Les constructions préfabriquées dans l'aéronautique.** LEPINE (M. E.); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 68-73, 15 fig. — L'auteur indique les résultats des études d'un système de construction en éléments préfabriqués réalisés par le Service Technique des Bases Aériennes. Ce système permet de faire varier les dimensions et les formes en plan et en hauteur, les distributions intérieures. Il permet l'assemblage des bâtiments entre eux, les transformations et les extensions. Il fait appel à un large emploi du bois, à un faible pourcentage de main-d'œuvre spécialisée, et à des transports faciles. Des dépôts de ces éléments préfabriqués sont répartis sur l'ensemble du territoire, leur montage est très rapide. Des pavillons, des bâtiments-bureaux, des casernements, des aérogares, etc., ont été réalisés ainsi. E. 1020 (◇).

689-16. **La préparation des terrains.** COLLIN (R.); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 76-80, 13 fig. — Pour rendre un sol utilisable par des avions, il faut l'assainir pour maintenir le pourcentage d'humidité au-dessous de la limite de plasticité et le stabiliser pour augmenter la cohésion et le frottement intense. L'évacuation des eaux de surface est obtenue par des caniveaux et un drainage de surface, l'abaissement de la nappe phréatique par un drainage profond. Les réseaux de drainage sont calculés en appliquant les formules de M. CAQUOT. Le compactage est réalisé à l'aide de rouleaux « pieds de moutons » et la stabilisation du sol par l'apport de matériaux, parfois de liants et fréquemment par un engazonnement. E. 1020 (◇).

690-16. **La construction des pistes aéronautiques.** DE L'HORTET (R.); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 80-85, 22 fig. — La construction des pistes est basée sur des principes sanctionnés par l'expérience (« Californian bearing ratio » des matériaux). Sous les revêtements souples on accroît la résistance depuis le sol naturel jusqu'à la couche de roulement. L'épaisseur des revêtements rigides est fonction du « module de réaction » du sol; il peut être avantageux de compacter le sol naturel ou d'interposer une couche de répartition. Les terrassements sont exécutés à l'aide de bulldozers, scrapers et carry-all, le défonçage avec la charrue multi-socs, le brassage avec la charrue à disques, le cultivateur, le rotary-tiller et la niveleuse; pour le compactage on utilise le rouleau à « pieds de mouton », le rouleau à pneus et le cylindre lisse; pour le transport on se sert de remorques déversantes ou basculantes et de camions à benne basculante. Une machine permet le repandage, le compactage et le lissage du mélange hydrocarboné. Une machine spéciale sert au repandage du béton, un appareil en assure le compactage et le lissage, enfin le finissage s'exécute au moyen d'une épaisse courroie de toile. E. 1020 (◇).

691-16. **Le drainage des aires d'aérodromes. Principes fondamentaux de construction** (Drainage of airport surfaces. Some basic design considerations). STIFEL W. JENS; *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 983-1007, 13 fig. — Données relatives aux précipitations. L'eau d'infiltration et l'eau de ruissellement. Quantité d'eau à évacuer. Les points de collecte des eaux. Diamètre des canalisations. E. 1391 (◇).

692-16. **Pistes d'envol transatlantiques de Bordeaux-Mérignac.** LARRARD (J. de); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (décembre 1946), n° 6, p. 86-88, 12 fig. — Le programme précisait que les revêtements devaient pouvoir supporter une charge de 30 t répartie sur un carré de 0,50 m de côté, le terrain étant très hétérogène. Sur 5 cm de sable le revêtement comprend une sous-couche de 10 cm de béton à 150 kg, une couche de fondation de 13 cm à 200 kg et une couche de roulement de 5 cm à 275 kg (application de la formule de WESTERGAARD), afin d'obtenir, à dépense égale, une forte épaisseur pour la bonne répartition des charges. Renforcement aux joints de dilatation et de contraction. La mise en œuvre a été assurée par des vibro-finiisseurs automatiques. Sous les deux points bas ménagés dans le profil en travers de la piste, un caniveau recueille les eaux grâce à des fentes à 45° réalisées dans l'épaisseur du revêtement. E. 1020 (◇).

693-16. **L'emploi du bitume pour la construction des pistes d'envol** (Bitumen als Baustoff für Flugpisten). THOMMEN (H. W.); *Schweiz. Aero-Rev.* (avril 1946), p. 123-126, 1 pl. h. t. — Cet article traduit par le Service des Bases Aériennes tend à montrer que la piste en bitume supporte la comparaison avec la piste en béton; qu'en Suisse les ressources en bitume sont suffisantes et que le bitume vaut le béton en ce qui concerne le freinage. E. 1442. — Traduction S. T. B. A. T/227 (◇).

694-16. **Construction des pistes à l'aéroport de Londres.** *Engng News Rec.* (9 janv. 1947), 4 fig. — Article décrivant les travaux de pistes en béton recouvertes d'une émulsion de bitume exécutées à l'aéroport de Londres. E. 1731 (◇).

695-16. **Entretien des aéroports et des pistes d'envol** (Maintenance of airfields and airfield runways). TODD (E. C.) et HAYS (O. H.) [Dallas Tex]; *Roads Bridges, Canada* (oct. 1946), n° 84, p. 64-65, 118-124. — Exposé général de la question de l'établissement et de l'entretien des aéroports. E. 1114.8-14930 (\*).

696-16. **La protection incendie des bases aériennes.** PAIN (F.); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 89-91, 2 fig. — Les risques d'incendie d'une base aérienne posent des problèmes complexes : incendie à bord de l'avion (engins pour faciliter le sauvetage et engins de sauvetage à base d'anhydride carbonique et de mousse) — aménagement dans le terrain d'une série de citernes où l'on puisera l'eau, ou alimentation d'un réseau maillé par un château d'eau (avec groupes de pompage) — constructions en dur espacées — installation dans les bâtiments : de sprinklers, d'extincteurs mobiles, de robinets d'incendie armés, d'un système de détection incendie, de moyens de premier secours. Les hydrocarbures doivent être stockés (citernes, fûts) loin du reste des bâtiments. E. 1020 (◇).

697-16. **Les aérogares. Principes généraux et bases d'études.** TRUCHOT (P.), SEBAG (J.); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 54-60, 8 fig. — L'auteur étudie l'intégration des bâtiments d'aérogare dans le plan de masse d'une plate-forme aéronautique : leur implantation par rapport au réseau des pistes en fonction du volume et de la qualité du trafic, les dispositions des postes de stationnement, les liaisons entre l'aérogare et les avions en stationnement, les éléments constitutifs des aérogares (services arrivée et départ « non douaniers » et « douaniers », services transit). E. 1020 (◇).

698-16. **Les hangars d'aviation.** GIACOBBI (D.); *Œuvres et Maitres-Œuvre* (déc. 1946), n° 6, p. 61-67, 19 fig. — L'auteur indique les principales caractéristiques des hangars en béton armé et métalliques construits par le Ministère de l'Air de 1928 à 1945 : hangar triple en béton armé de Berre, hangar en B. A. de Biscarosse, hangar à double auvent en B. A. type CAQUOT, hangar en B. A. de Limoges Feytiat à couverture auto-portante, hangar en B. A. de Lanveoc-Poulmic à couverture auto-portante, hangar métallique type JEUMONT et DAYDÉ à couverture auto-portante, hangar métallique double tonneau, hangar métallique à auvents. E. 1020 (◇).

## Ouvrages d'art.

### Souterrains.

699-16. **Poussées des terres sur les tunnels.** *Tech. Mod. Constr.* (oct. 1947), t. 2, n° 5, p. 156-158, 5 fig. — Analyse d'une conférence de M. OTT, à Lausanne, sur les conditions rencontrées dans la construction de grands tunnels. Description des accidents et exposé des principales hypothèses pour le calcul des poussées sur les tunnels. Essais sur modèles réduits. E. 1731 (◇).

700-16. **Remise en état du souterrain du Fréjus.** BASTIEN et TARDY; *Bull. Ass. Inter. Congrès Chem. de Fer* (juin 1947), n° 6, p. 611-621. — Exposé des destructions subies par le tunnel



du Fréjus au cours des hostilités. Description des très importants travaux nécessités par les éboulements provoqués à l'entrée française du tunnel. Moyens employés pour la reconstruction et coût des travaux qui se sont élevés à 650 000 fr par mètre linéaire de souterrain reconstruit. E. 1723, p. 298 (O).

701-16. Construction d'un tunnel routier à deux galeries reliant la pointe de Manhattan et Brooklyn sous l'East River à New-York. *Engng. News Rec.* (12 juin 1947). — Commencé en 1940 le tunnel ne sera terminé qu'en 1949, les travaux ayant été suspendus pendant les hostilités. Chaque galerie a une longueur de 2 748 m (dont 1 500 m percés dans le roc) et descend à 35 m en contre-bas du plan d'eau de l'East River; une cheminée d'aération a été construite vers son milieu; la pente maximum est de 4 %. Le coulage en fonte a 9,45 m de diamètre extérieur. E. 1723-1528 (O).

702-16. Réfection du Kingwood tunnel, tunnel de chemin de fer aux Etats-Unis. SKERRETT (R. G.) et DE BROE (H.): *Techn. Trav.* (sept.-oct. 1947), n° 9-10, p. 305-308, 8 fig. — La voûte en briques de ce tunnel s'est fissurée et affaissée sur 160 m environ. Elle fut renforcée par des cintres en bois et le trafic put continuer 18 ans à gabarit réduit. La réfection a été entreprise par le moyen d'un puits de 40 m de profondeur descendu du faite de la montagne jusqu'à la voûte et de galeries longitudinales à la clef, qui permirent l'enlèvement de la voûte en briques et son remplacement par une voûte en béton. E. 1802 (O).

703-16. La méthode allemande « Kunz » pour le creusement des tunnels (German « Kunz method » for excavating tunnels). *Brit. Intelligence Objectives Sub-Committee* [London] (1946), 25 p. — La méthode consiste dans l'emploi d'une ferme en acier qui supporte la charge et qui sert de coffrage pour le bétonnage. L'anneau d'acier est poussé vers l'avant suivant l'avancement du travail. E. 530, 61/32 (\*).

## Ponts.

704-16. Caractéristiques aérodynamiques des ponts d'après les essais sur modèles simples (Simple model tests predict aerodynamic characteristics of bridges). STEINMAN (D. B.), et ASCE; *Civ. Engng.* (janv. 1947), vol. 17, n° 1, p. 20-23 (fév. 1947), vol. 17, n° 2, p. 77-79, 10 fig. — Après avoir demandé la collaboration de ceux qui ont la possibilité de faire des essais, l'auteur commente divers essais qui lui ont été soumis. Il donne des graphiques des répartitions de pressions sur un profil double té et étudie l'instabilité aérodynamique pour les vitesses de vent variables. La seconde partie du mémoire expose une autre méthode de déduction et d'obtention des courbes de réaction aérodynamique en utilisant les graphiques de poussée et de torsion statique de la section. E. 1709. — Traduction I. T. 127 (O).

705-16. La résistance des ponts au vent. TREINMAN (D. B.); *Techn. Appl.* (août-sept.-oct. 1947), n° 4, p. 14-18, 7 fig. — Après avoir commenté trois accidents de ponts dus à l'action du vent de 1879 à 1944, l'auteur signale l'intérêt que présenteraient les essais systématiques au tunnel aérodynamique sur des sections des types classiques de ponts. Il importe d'étudier encore le problème aérostatique et aussi le phénomène aérodynamique et oscillatoire. E. 1713 (O).

706-16. Renforcement par divers moyens d'un pont de chemin de fer en vue de satisfaire aux exigences des charges actuelles (Repairing an old Phoenix-section bridge to carry modern loads safely). JOHNSON et SEERYE; *Engng. News Rec.* (12 déc. 1946), p. 112-113, 6 fig. — Renforcement d'un pont en treillis comportant deux travées de 40,5 m de portée construit en 1873 et dont la résistance était devenue insuffisante. Enrobage en béton armé des joints, utilisation de la soudure. Le coût est de 30 000 dollars, alors qu'une reconstruction totale se serait élevée à 100 000 dollars. E. 1465, p. 261 (O).

707-16. Les ponts métalliques sur fleuves. Progrès récents dans les projets et la construction (Steel river bridges. Recent developments in design and construction). *Highw. Bridges Aerod.* (24 sept. 1947), vol. 13, n° 690, p. 5, 6, 10, 12, 7 fig. — Parmi les différents systèmes de ponts, ceux construits au-dessus d'un fleuve doivent retenir plus particulièrement l'attention au sujet de leur établissement et de leur mode de construction car ils doivent tenir compte des approches et du cours du fleuve lui-même. Il faut éviter que ces ponts soient un danger en cas d'inondation. L'article a pour objet de donner un certain nombre d'exemples de ponts construits récemment, dont la plupart ont été établis en faisant usage de la construction soudée. Dans les exemples choisis, l'article donne des indications relatives aux dimensions ainsi qu'aux méthodes de calcul utilisées

pour déterminer la grandeur des efforts. Des photographies accompagnent l'article dans le but de montrer quelques aspects des ponts les plus récents. E. 1288 (O).

708-16. Considération sur les projets de ponts-routes. (Developments in road bridge design). JONES (J. E.); *Highw. Bridges Aerod.* (10 sept. 1947), vol. 13, n° 688, p. 4, 6, 10. — La note étudie la mise à jour d'un projet d'établissement d'un pont-route en partant des données fixées actuellement par les services officiels concernant les efforts à faire intervenir. La note traite successivement de l'étude de la charpente métallique, des méthodes de protection de la partie métallique, du cas de l'emploi de béton, de l'étude des efforts dans les poutres précontraintes; la note passe en revue d'une façon assez détaillée la technique de la construction précontrainte. E. 1263 (O).

709-16. Construction du pont-route d'Argenteuil. SCHMID (M.); *Circ. Inst. Tech. B. T. P.* (10 oct. 1947), série K, n° 16, 12 p., 18 fig. — Après avoir noté les caractéristiques données à l'ouvrage (largeur 18 m, ouverture entre culées 200 m répartis entre 3 arches, arcs à 2 articulations, acier AC 54, caissons en béton armé des culées et des piles) compte tenu de son élargissement éventuel, l'auteur décrit les conditions dans lesquelles ont été commencés les travaux (bétonnage et havage des caissons, des culées, battage des enceintes de palplanches puis fonçage des caissons des piles, lancement d'une poutre de montage et montage d'une arche), puis interrompus à la suite d'un bombardement et enfin repris après décision d'augmenter le tirant d'air de 1,65 m (surélévation des culées et des piles et relevage de l'arche déjà construite à l'aide de 2 palées, montage des arcs des deux autres arches). E. 1750 (O).

710-16. Déblaiement des ponts du Rhin (Bridge clearance on the Rhine). *Mod. Transp.* (19 avril-7 juin 1947), p. 3 et 61, 2 fig. — Étude historique et documentaire d'après les rapports des services militaires sur les travaux de déblaiement et de reconstruction des ponts du Rhin, de Coblenz à la mer. E. 1465, p. 261. (O).

711-16. Le viaduc de la Mulatière. JUNIET (M.); *Rev. Gén. Chem. de Fer* (juil. 1947), p. 217-224, 7 fig. — Description des travaux de reconstruction du viaduc métallique sur la Saône portant la ligne Lyon-Roanne, détruit en 1944. Les opérations ont comporté le relèvement du tronçon côté Roanne d'un poids de 1 200 t, opération rendue très délicate du fait de l'inclinaison du tronçon vers l'amont, la reconstruction des culées et piles détruites, ainsi que le relevage du tronçon côté Lyon. La brèche fut comblée par le remplacement des membrures métalliques détruites. Détails de l'emploi des vérins au cours du relèvement des tronçons. E. 1723, p. 298 (O).

712-16. La reconstruction des ponts sur le Danube à Budapest. SZECHY (Ch.); *Travaux* (août 1947), n° 154, p. 349-355, 21 fig. — A Budapest 5 ponts-routes et 2 ponts-rails ont été détruits. Ils ont été remplacés par des ponts de bateaux, des ponts provisoires et un pont semi-définitif. E. 1244 (O).

713-16. La reconstruction des ponts sur le Danube à Budapest. SZECHY (Ch.); *Travaux* (oct. 1947), n° 156, p. 533-539, 24 fig. — L'auteur termine son étude par la description des travaux de reconstruction du pont François-Joseph, du pont Marguerite, du pont de la place Boráros, du pont-châfne Széchenyi, du pont Arpad et du pont Elisabeth, tous métalliques. E. 1483 (O).

714-16. Le pont de Dubuque [Iowa] sur le Mississippi (Mississippi river bridge at Dubuque) [Iowa]. *Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs* (sept. 1947), vol. 73, n° 7, p. 1163-1165. — Discussion par J. JONES de l'article de R. N. BERGENDOFF et J. SORKIN, paru dans le numéro de juin 1947. — Discussion des difficultés de construction. E. 1391 (O).

715-16. Reconstruction du pont de Crémone [Italie]. *Oss. Metall.* (sept. 1947), n° 9, p. 367-370, 5 fig. — Description des travaux de remise en état du pont métallique de Crémone sur le Po, dont le tablier ainsi que plusieurs piles ont été détruits en 1945. E. 1250 (O).

716-16. Reconstruction du viaduc de Mantenon. CAMINADE (H.); *Travaux* (juil. 1947), n° 153, p. 309-315, 13 fig. — Exposé des travaux de reconstruction du viaduc en maçonnerie de Mantenon, détruit en 1944 et remplacé par un viaduc en béton armé de 19 travées de 14,80 m d'ouverture, sur piles fondées sur semelles. E. 1243 (O).

717-16. La reconstruction du viaduc de Desenzano (La ricostruzione del viadotto di Desenzano). *Ingeg. Ferrov.* (juil.-août 1947), p. 347-350, 3 fig. — La reconstruction du viaduc endommagé pendant les hostilités posait la question de la stabilité des fondations. La solution la plus économique trouvée a consisté à réduire la charge sur fondations en remplaçant les arcs



en ogive aiguë par une structure légère constituée par des portiques en béton armé s'appuyant sur les piles en maçonnerie pré-existantes. La construction des portiques a entraîné la mise en œuvre de 8 200 m<sup>3</sup> de béton et 1 245 t de fer (◇).

718-16. **Le pont Boonshill à Rye, Sussex** (Boonshill bridge Rye, Sussex). *Conc. and Const. Engng.* (sept. 1947), vol. 42, n° 9, p. 271-272, 3 fig. — Reconstruction d'un pont sur la Rother détruit en 1940; le programme comportait la construction d'un pont exigeant un entretien minimum et offrant le moindre obstacle au courant de la rivière, tout en étant d'un prix de revient peu élevé. On a utilisé les anciennes culées et il y a deux piles intermédiaires. Indications succinctes sur les principales parties du pont en béton armé. E. 1261 (◇).

719-16. **Pont-rail de 30 m de portée, en planches clouées** (Bahnbrücke von 30 m Stützweite aus Brettern und Nägeln). *GABES (E.); Die Technik* (avril 1947), n° 4, p. 153-157, 4 fig. — Description d'un pont-rail de 30 m de portée dont les poutres de bois clouées sont calculées par analogie avec la construction métallique en treillis. Ce pont supporte une voie unique prévue pour le passage de locomotives à 6 essieux chargés à 20 t (classe E des Chemins de fer du Reich). La construction a nécessité la mise en œuvre de 103 m<sup>3</sup> de bois (pin et sapin brut de sciage) et 6,5 t d'acier dont 3 t pour les clous. E. 1723; p. 298 (O).

720-16. **Le pont-rail près de Wigan en béton précontraint** (A prestressed concrete railway bridge near Wigan). *Conc. and Const. Engng.* (oct. 1947), vol. 42, n° 10, p. 305-308, 4 fig. — Les avantages de pose des poutres précontraintes dans les ponts-rails sans interruption du trafic pendant la pose. Caractéristiques générales de l'ouvrage. L'emploi de poutres préfabriquées. Indications sommaires sur la construction. E. 1453 (◇).

721-16. **Un pont-route espagnol à poutres métalliques et en béton armé** (Steel and concrete truss road bridge in Spain). *Railw. Gaz.* (31 oct. 1947), p. 491, 1 fig. — Ce pont-route a été reconstruit récemment à Tordera (province de Barcelone). Il comporte deux arches de 45 m et une arche centrale de 54 m. Sa particularité est que la membrure supérieure est en béton armé, avec un revêtement également en béton armé, tandis que la membrure inférieure est en acier, ainsi que les diagonales (◇).

722-16. **Utilisation de poutres métalliques évidées et soudées pour la réalisation du viaduc Nord de la jonction Nord-Midi à Bruxelles**. VERDEYEN (J.); *Oss. Métall.* (nov. 1947) n° 11, p. 471-480, 10 fig. — Ce viaduc est constitué de poutrelles enrobées de béton. Les poutrelles Grey, primitivement prévues et mises en place en partie, ont été remplacées pour le surplus par des poutrelles soudées à étrépillons formant des évidements. L'article relate les essais du métal et d'une poutre d'essai éprouvée de béton. E. 1533 (◇).

723-16. **Construction d'un pont en béton armé à Mytho (Cochinchine) par lancement des poutres principales préfabriquées**. VSEVOLOJSKY (S.); *Techn. Trav.* (juil.-août 1947), n° 7-8, p. 253-256, 6 fig. — Le pont de Mytho à trois travées de 20 m, est à poutres de béton armé. La travée centrale comporte un élément amovible permettant le passage de dragues. Les poutres des travées de rive furent construites sur les berges et mises en place par lancement sur chaland. La partie mobile de la travée centrale a été construite à terre et mise en place par ponton bogue. E. 1293 (◇).

724-16. **Construction d'un nouveau pont sur le Kanawha** (Builds new bridge across the Kanawha). SLOAN (C. E.); *Railw. Age* (23 août 1947), vol. 123, n° 8, p. 35-40 et 51, 6 fig. — Pont métallique à poutre supérieure, parabolique en treillis Parker, de 146 m de portée et de 7,60 m d'axe en axe de poutre. Description des ouvrages d'approche des fondations sur pieux, des batardeaux, de la mise en place de la travée principale et des travées secondaires, des palées provisoires. Les platelages en bois comportent un dispositif spécial contre la propagation du feu (◇).

725-16. **Le pont de Luzancy**. DOLLET; *Rev. gén. Routes, Fr.* (oct. 1946), n° 16, p. 6-8, 3 fig. — Pont en une seule portée de 55 m franchissant la Marne. Ouvrage entièrement préfabriqué sur la rive. Trois poutres tubulaires précontraintes placées côte à côte constituent l'arc; elles sont constituées chacune de 22 blocs pesant en moyenne 22 t. Technique de montage et de réglage des poutres; exécution des travaux. E. 1114-8-14887 (\*).

726-16. **Le pont sur l'Artuby aux gorges du Verdon** [Var]. ROSET (Ch.); *Techn. Trav.* (mai-juin 1947), n° 5-6, p. 181-186, 12 fig. — Le pont de l'Artuby, au confluent avec le Verdon, est un arc de 110 m de portée à une articulation centrale, en béton armé construit sur un cintre lancé par rabatement des deux moitiés. E. 1130 (◇).

727-16. **Renforcement du pont de Bronx-Whitestone** (Stiffening the Bronx-Whitestone bridge). *The Engineer* (20 juin 1947), p. 532-535, 7 fig. — Exposé des conditions d'exploitation du pont et des craintes ressenties sur les mouvements oscillatoires dus aux vents et aux charges roulantes. Projet de renforcement. Caractéristiques et exécution des travaux. Le pont de Bronx est un pont suspendu dont la travée centrale à 700 m de portée. E. 1723, p. 299 (O).

728-16. **Élargissement et raidissement d'un pont suspendu** (Widening and stiffening a « suspension bridge »). *Highw. Bridges Aerod* (24 sept. 1947), vol. 13, n° 690, p. 4, 2 fig. — L'un des ponts reliant la ville de New-York aux régions nord et nord-est de la ville, ne répondant plus au trafic en 1945 par rapport à celui de 1941, on a étudié et réalisé un projet d'élargissement de ce pont, qui est suspendu, et qui date de 1939. Le projet a été réalisé en supprimant les passages pour piétons situés de chaque côté extérieur et en élargissant d'autant la voie des véhicules. La note en question donne quelques éclaircissements sur la manière dont a été renforcé le tablier, compte tenu de l'augmentation de la charge, et le raidissement qui a été appliqué à la suspension. E. 1288 (◇).

729-16. **Le passage provisoire lourd de Cavaillon sur la Durance**. VALLA (F.); *Travaux* (août 1947), n° 154, p. 373-376, 10 fig. — Le pont suspendu de Cavaillon de 300 m de portée, détruit en 1944, a été reconstruit par étais pour 12 t, puis 18 t et enfin pour 25 t, en suspendant les poutres métalliques primitives à des arcs supérieurs. E. 1244 (◇).

730-16. **Les ponts militaires en Belgique**. PUTMAN (H. J.); *Ann. Trav. publ. de Belg.* (août 1947), fasc. n° 4, p. 479-492, 18 fig. — Description des ponts militaires belges type ALGRAIN, des ponts type BAILEY et de divers types de ponts, passerelles, supports pneumatiques, etc. E. 1481 (◇).

731-16. **Récupération économique des charpentes en bois avec une installation simplifiée** (Bridge timber salvaged cheaply by old sawmill). *Railw. Engng. Maint.* (juin 1947), p. 584-587, 6 fig. — Description d'un atelier de récupération des vieilles charpentes de ponts et de leur mise à dimension pour utilisation ultérieure à l'aide d'une scie circulaire. La moitié des poutres est ainsi récupérable. Détails de l'organisation du chantier. E. 1465, p. 260 (O).

732-16. **L'utilisation d'appareils à quartz piézo-électrique pour aider au relevage du pont Morand à Lyon**. MAUZIN; *Rev. Gen. Chem. de Fer* (avril 1947). — Article exposant l'emploi de cellules de quartz piézo-électrique pour régler les efforts sur les différentes chèvres agissant pour le relevage des arches du pont Morand. E. 1390 (◇).

## Incidences extérieures.

### Entretien et réparation des ouvrages. Reconstruction.

733-16. **Comment débarrasser les lucarnes des toits des produits bitumineux** (Removal of fabric-bitumen from roof lights). *Build. Res. Stat.* (1946), 2 p. — Le traitement le plus efficace consiste à gratter avec un outil acéré chauffé puis à appliquer un solvant et de la sciure; il suffit alors d'essuyer les vitres. E. 646, 62/66 (\*).

734-16. **Glace et poussière. Leur traitement** (Ice and dust treatment). *Engng. News. Rec.* [Mc Graw-Hill Digest] (juin 1947), p. 44. — Le département des routes de la Colombie britannique a trouvé qu'au cours du traitement contre la gelée, une quantité trop importante de sable s'infiltrait dans les drains du sous-sol et que le fait d'employer trop de sel finissait par nuire à la qualité du béton. On a proposé d'utiliser des balais mécaniques pour redistribuer le sable. Le balai donne une surface rugueuse à la glace tout en étendant le gravier. Le département des routes du Missouri rend compte qu'il est possible de combattre la poussière sur les routes secondaires avec de l'huile SC2 à raison de 26 l par 6 cm<sup>2</sup>. Il peut se produire des creux, mais la poussière est annihilée. E. 1308 (◇).

735-16. **La réparation d'une église bombardée à South Dulwich. Une méthode inusitée pour restaurer les murs et les fermes** (Repair of a bomb-damaged church, South Dulwich. Unusual method of restoring walls and trusses). *Builder.* (4 avril 1947), p. 314-315, fig. — Les murs qui faisaient ventre ont été ramenés à leur position initiale en exerçant une pression à la base des fermes, en même temps qu'une charge était appliquée sur les côtés des murs du clair-étage. E. 838, P. 64-26 (\*).

## BIBLIOGRAPHIE

736-16. Une reprise en sous-œuvre caractéristique dans un bâtiment commercial (Underpinning features commercial building construction). WEAVER (J. C.); *Civ. Engng.* (déc. 1946), p. 542-543, fig. — L'installation d'une nouvelle chaufferie dans un bâtiment commercial a nécessité l'ouverture de fouilles sous des bâtiments existants et un soutènement de grande étendue sous des charges importantes. E. 106, P. 57-33 (+).

737-16. Reprise en sous-œuvre d'une cheminée en service de 53 m de hauteur (Underpinning a 175-ft operating smokestack). Power, U. S. A. (sept. 1946), n° 90, p. 82-84, fig. — Description d'un travail de reprise en sous-œuvre d'une cheminée

d'usine en briques de 53 m de hauteur, menacée d'effondrement par suite de la pourriture des pilotis de fondation en bois. Détails des travaux comprenant l'arasement des pieux à 0,45 m en dessous du niveau des eaux souterraines et remplacement par des poutrelles en I et bétonnage. Contrôle du mouvement de la cheminée pendant les travaux. E. 1114-8-14404 (\*).

738-16. La reconstruction des ouvrages d'art en Tunisie. MALLET (C.); *Circ. Inst. Techn. B. T. P.*, série K, n° 15, 36 p., 60 fig. — 300 ouvrages détruits dont 16 de 40 m et plus ont été reconstruits. Description des principaux travaux. E. 1748 (◇).

## II. — TRADUCTIONS EFFECTUÉES PAR L'INSTITUT TECHNIQUE

123. Spécifications homologuées concernant les appareils de chauffage pour garages privés. (Approval requirements for private garage heaters). Publ. par *Am. Gas. Ass.* (A. S. A.-Z. 21 avril 1932), p. 22. — Ces spécifications définissent les conditions minima en ce qui concerne les performances, le fonctionnement sans danger et la construction solide et durable des appareils à gaz. Elles comportent deux parties : la première est relative aux spécifications de construction, la seconde aux spécifications de fonctionnement. En annexes sont données les définitions techniques et les dimensions minima des robinets. E. 1170.

126. La stabilité au flambement. BRUNNER (J.); *Schweiz. Bauzig* (20 mai 1944), t. 123, n° 21, p. 247-249, 4 fig. — Dans ce mémoire qui précède un ouvrage plus important préparé par l'Office Fédéral des essais, l'auteur indique comment se pose le problème du flambement centré ou excentré et résume l'histoire de la question en signalant les recherches d'EULER, RANKINE, TETMAJER, GRASHOF, etc... E. 1708.

127. Caractéristiques aérodynamiques des ponts d'après les essais sur modèles simples (Simple model tests predict aerodynamic characteristics of bridges). STEINMAN (D. B.);

*ASCE; Civ. Engng.* (janv. 1947), vol. 17, n° 1, p. 20-23 (fév. 1947), vol. 17, n° 2, p. 77-79, 10 fig. — Après avoir demandé la collaboration de ceux qui ont la possibilité de faire des essais, l'auteur commente divers essais qui lui ont été soumis. Il donne des graphiques des répartitions de pressions sur un profil double té et étudie l'instabilité aérodynamique pour les vitesses de vent variables. La seconde partie du mémoire expose une autre méthode de déduction et d'obtention des courbes de réaction aérodynamique en utilisant les graphiques de poussée et de torsion statique de la section. E. 1709.

131. Rapport technique sur la destruction de hangars de la marine due à un vent sans précédent. (Engineers report destruction of navy hangars due to unprecedented Wind load). *J. of Franklin Inst. U. S. A.* (juil. 1946), vol. 242, p. 62. — Ce rapport tire des indications de l'effondrement de trois hangars à dirigeables, survenu au cours d'un ouragan qui a soufflé sur la Floride avec une pression de vent supérieure à 2 fois 1/2 celle pour laquelle les bâtiments avaient été calculés (indication concernant la vitesse du vent : 282 km/h), l'instant de la chute, l'incendie qui en est résulté. E. 1734.

## III. — BIBLIOGRAPHIE

Les analyses d'ouvrages mentionnés dans la Bibliographie figurent au chapitre I, sous le numéro indiqué en tête de chaque ouvrage.

61-16. Cours de mécanique. FAVRE (H.); 1<sup>er</sup> vol. (16,5 × 25), 384 p., 260 fig. Éd. Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (VI<sup>e</sup>), et Leeman à Zürich. Prix : 820 fr. — Cet ouvrage est la reproduction des leçons professées par l'auteur à l'École Polytechnique Fédérale de Zürich. Il comprendra trois tomes. Le premier expose les lois et principes fondamentaux de la mécanique, la statique des corps solides rigides, la statique des solides élastiques, les forces intérieures d'un corps solide, les tensions et déformations. Les derniers chapitres ont trait à la théorie de la flexion, à la torsion d'une barre, à la théorie de l'élasticité, enfin à l'hydrostatique. Des applications et des exercices pratiques complètent chaque chapitre. E. 1528.

69-16. La photoélasticité. PIRARD (A.), préface de MARNEFFE (A. DE). Éd. Dunod, Paris (1947), vol. 20, 422 p. (16 × 25), 317 fig. Prix : 1 550 fr. — L'auteur arrive à la théorie et à la pratique de la photoélasticité par un exposé préalable de la théorie de l'élasticité qui en facilite les applications. Cet ouvrage constitue un traité complet dont les principaux chapitres sont les suivants : élasticité plane. Les relations fondamentales en élasticité plane. Les réseaux caractéristiques. Equations de MAXWELL et théorèmes pratiques. Discussion de la solution des problèmes élastiques plans. Étude et classification générale des

points singuliers. Exemples de la fonction de tension en coordonnées cartésiennes rectangulaires. Exemples de la fonction de tension en coordonnées polaires. Photoélasticité. Biréfringence et polarisation. Les lames minces cristallines. Propriétés de la cellophane. Les bases de la photoélasticité. Les matières de modèles, leur étalonnage et leur usinage. Le photoélasticimètre et son utilisation. La séparation des tensions principales et les techniques spéciales. Applications et exemples d'études photoélastiques. Bibliographie.

76-16. Les terrains perméables. MAYER (A.). Éd. Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris (VI<sup>e</sup>) (1947) (14 × 22), 134 p., 34 fig. Prix : broché, 320 fr. — L'auteur traite des travaux exécutés en terrain perméable : il étudie les nappes souterraines, les principes de l'hydraulique laminaire, les puits et les captages, les rabattements, les étanchements et le drainage. Il examine dans chaque cas les applications et en ce qui concerne les méthodes propres à remédier aux infiltrations à travers et sous les ouvrages, il expose la technique des étanchements par injections avec exemples à l'appui. E. 1522.

25-16. Dictionnaire des termes récents, symboles et abréviations de l'Architecture et du Génie Civil. BODSON (F.). Ed. Editec. 137, boul. Anspach, Bruxelles, 240 p. (14 × 19)



Prix : 300 fr. — Ouvrage donnant l'explication et la signification des symboles, abréviations, unités de mesures, néologismes, ainsi que les termes nouveaux, savants ou non, du domaine de l'architecture. Ce recueil doit paraître prochainement sous forme de dictionnaire encyclopédique; les principales subdivisions de la table idéologique seront les suivantes : unités et grandeurs; biographie; sciences; architecture et construction; matériaux pierreux; matériaux ligneux; métaux; verrerie; liants; bétons; hydrocarbure; matériel; chaleur; eau; air; acoustique; lumière; électricité; matières plastiques; textiles; peintures. Le premier volume contiendra environ 700 termes.

27-16. **Leçons sur la résistance des matériaux.** DREYRUS (E.). Edit. Eyrolles, 57, boul. Saint-Germain, Paris (Ve), 1 vol., 566 p. Prix : 850 fr. — Ce traité expose la résistance des matériaux par des méthodes relativement élémentaires, laissant à des compléments l'application de connaissances mathématiques plus élevées. Après des généralités sur la mécanique, sur les unités de mesure, les essais et propriétés des matériaux on trouve dans cet ouvrage l'exposé des résistances élémentaires, la théorie des moments d'inertie, de la torsion simple, de la flexion composée, des diverses résistances composées, du flambement. La stabilité des constructions comporte l'étude de la statique graphique, de l'encastrement, des poutres droites continues à section constante, des lignes d'influence, des pièces courbes (arcs et voûtes), de la poussée des terres, des systèmes à treillis. L'ouvrage se termine par un exposé très clair, des théories modernes de la résistance des matériaux et de leurs applications. E. 1822.

26-16. **Manuel de l'ingénieur.** Tome I<sup>er</sup> (27<sup>e</sup> édition). HÜTTE. Un vol. (12 x 19 cm) relié, 1 544 p., nomb. fig., librairie Béranger, édit. Paris et Liège. Prix : 2 200 fr. — E. 1735.

74-16. **Géologie du génie civil.** KAISIN (Jr F.), 3 fasc. (21 x 27 cm), 143, 140 et 193 feuillets. Dewallens édit., 55, av. des Alliés, Louvain, Belgique. — E. 1528.

82-16. **Introduction à la mécanique du sol** (An introduction to soil mechanics). LOWE-BROWN (W. L.), London, I. Pitman and Sons (1945) (22 x 14), iv-57 p., fig., 4 s., 6 d. — E. 1114-8-14003.

88-16. **Topologie et nivellement** (Surveying and levelling). TERRINGTON (J. S.), London C. Lockwood and Son (1946) (19 x 13), ix-108 p., fig. — E. 1114-8-11644.

106-16. **Emploi de la fonte dans la construction** (Cast iron in building). SHEPPARD (R.), London G. Allen and Unwin (1945) (21 x 13), 99 p., fig. 48 pl. h. t., 7 s. 6 d. — E. 1114-8-13931.

101-16. **Matériaux pour toitures. Fabrication et mise en œuvre** (Roof coverings, their manufacture and application). BLAKE (E. G.), 2<sup>e</sup> éd., rev. augm., London, Chapman et Hall (1945) (22 x 14), xi-212 p., 122 fig. et photos, 14 s. — E. 1114-8-13936.

148-16. **Le secret des couleurs.** BOLL (M.), DOUGNON (J.) [*Que sais-je ?*] Presses Universitaires de France. Paris (1946), 1 vol. (10,5 x 17,5), 128 p., 56 fig. — E. 1797.

149-16. **Aperçus sur la technique de la peinture** (Outlines of paint technology). HEATON (N.) [1947], 448 p. Édit. Charles Griffin et Co Ltd., Londres, 84 fig. — E. 1770.

181-16. **L'application du tracteur aux travaux de terrassement et d'excavation.** GABAY (A.). Éd. Librairie de l'Université, F. Rouge et Co S. A. Lausanne, 1 vol. 187 p. (200 x 290), 182 fig. — E. 1731.

292-16. **Aide-mémoire de l'entrepreneur de peinture.** Éd. Synd. des Entrepreneurs de Peinture de la ville de Marseille, 8, rue Papère, Marseille, 132 p. — E. 1239.

388-16. **La technique du chauffage à l'eau chaude** (Hot water engineering). Edit. E. Molloy. Préf. de A. C. Pallot, London, G. Newnes (1945). In-8°, viii-320 p., 22 fig., 21 s. — E. 1114-8-14377.

402-16. **Le chauffage des habitations.** MISSENAUD (A.). Éd. Presses Universitaires de France, 108, boul. Saint-Germain, Paris (VI<sup>e</sup>). Coll. « Que sais-je ? », 128 p., 42 fig. — E. 1800.

423-16. **Principes généraux de ventilation industrielle et de conditionnement d'air.** DENIS-PAPIN (M.). Edit. Desforges, 29, quai des Grands-Augustins, Paris (VI<sup>e</sup>) [1948], 120 p. (16 x 24), 40 fig. Prix : 320 fr. — E. 1869.

443-16. **L'acoustique des bâtiments** (Acoustics of buildings). WATSON (F. R.), 3<sup>e</sup> éd. New-York, J. Wiley and Sons: London, Chapman and Hall (1941) (23 x 15), x-171 p., fig., tabl., \$ 3.00. — E. 1114-8-11895.

447-16. **Électricité et risques d'incendie** (Electricity and fire risk). HODGES (E. S.), Londres, Pitman (1917), 2<sup>e</sup> éd., 285 p. E. 1790.

521-16. **La construction des arcs** (Constructional archwork). SMITH (H. P.). Edit. Crosby Lockwood and Son Ltd (1946), London, 154 p. — E. 838, 64/23.

530-16. **Drainage et assainissement. Considérations pratiques sur les conditions d'importance vitale au point de vue sanitaire pour les bâtiments, leur entourage immédiat, leur construction, leur aération, leur chauffage, leur éclairage, leur approvisionnement en eau et l'élimination des déchets** (Drainage and sanitation. A practical exposition of the conditions vital to healthy buildings, their surroundings and constructions, their ventilation, heating, lighting, water and waste services). BLAKE (E. H.), 7<sup>e</sup> éd. rev. par W. R. Jenkins, London, B. T. Batsford (1945) (20 x 13), xii-564 p., fig., 15 s. — E. 1114-8-14933.

533-16. **Maisons d'habitation** (Homes for the people). London, P. ELEK (1946) (18,5 x 12), 182 p., fig., 8 pl. h. t. — E. 1114-8-14955.

563-16. **Manuel des installations d'eau : projet, construction et fonctionnement** (Waterworks handbook of design, construction and operation). FLINN (A. D.), WESTON (R. S.), BOGERT (C. L.). Edit. Mac-Graw-Hill Book, Cny., Inc. (1947), London, 871 p. E. 738, 64/14.

612-16. **La construction à l'usage des routes** (Road making and road using). SALKFIELD (T.), 3<sup>e</sup> éd., 1 vol. (14 x 22), 220 p., fig. I. Pitman and Sons Ed. Londres. — E. 1528.

613-16. **Routes en calcaire** (Limestone roads) VALTON (P. A.). — London Chapman and Hall (1946) (21,5 x 14), viii-112 p., fig., 12 pl. h. t., 1 dpl. h. t., 10 s., 6 d. — E. 1114-8-14905.

## IV. — BREVETS

Sélection portant sur les brevets nos 920.101 à 925.855 d'après le Bulletin Officiel de la Propriété Industrielle no 3270 du 2 janvier 1947 au no 3285 du 17 avril 1947:

### Chemins de fer et tramways.

#### Voie.

920.561. — 22 janvier 1946. Société Anonima ETERNIT PIETRA ARTIFICIALE. Traverses de chemin de fer, de tramway et similaires en fibro-ciment, avec douilles munies d'un corps permettant d'assurer un ancrage parfait avec le matériau fibro-ciment ainsi que l'écoulement de l'eau de pluie.

925.261. — 5 avril 1946. Soc. dite : THE PRE-STRESSED CONCRETE CNY LTD ET MAUTNER (K. W.). Perfectionnements à la conception et à la fabrication

des éléments de construction en béton précontraint, soumis à des moments de flexion de sens opposés et au cisaillement et particulièrement aux traverses de chemin de fer ou éléments analogues.

### Machines.

#### Chaudières et machines à vapeur.

923.876. — 15 mars 1946. Soc. dite : IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LTD. Procédé de traitement de l'eau.

*Manœuvre des fardeaux.*

- 920.416 (Aj.). — 28 septembre 1945. GEFEROY (J. J.). Dispositif d'attache de câble pour appareils de levage et autres applications.
- 920.424 (Aj.). — 1<sup>er</sup> octobre 1945. COROLLER (F.). Vérin hydro-électrique.
- 920.433 (Aj.). — 2 octobre 1945. METZ (J.). Système de construction, notamment pour appareils de levage.
- 922.101 (Aj.). — 13 décembre 1945. DEGLAIRE (P.). Pont portique de chantier.
- 54.077.909.527. — 13 juin 1945. EDDE (A. L. M.). 1<sup>er</sup> certificat d'addition au brevet pris le 26 septembre 1944. Etai extensible pouvant également servir de cric, vérin, tendeur, vis de presse, etc...
- 923.551 (Aj.). — 1<sup>er</sup> février 1946. Établissements JAC (Soc. an.). Chariot élévateur transporteur.
- 923.557 (Aj.). — 1<sup>er</sup> février 1946. FARRE (H.). Dispositif de verrouillage pour bennes ou caisses basculantes.
- 923.611 (Aj.). — 5 février 1946. Soc. an. dite : ANCIENS ÉTABLISSEMENTS SAUTTER-HARLE. Dispositif de réception des objets transportés par un appareil élévateur tel qu'une noria.
- 924.092 (Aj.). — 26 février 1946. Établissement public dit : OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE COLONIALE. Perfectionnement aux appareils de levage à flèche mobile.
- 924.093 (Aj.). — 26 février 1946. Établissement public dit : OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE COLONIALE. Perfectionnements aux transbordeurs à câble porteur.
- 924.309. — 21 mars 1946. WEISS (H.). Perfectionnements apportés aux crics à crémaillère et train d'engrenages.

**Construction travaux publics et privés.***Matériaux et outillage.*

- 31.538. — 3 juillet 1946. NEYROLLE (G.). Modèle de dalle perforée en plâtre.
- 31.596 et 31.597. — 21 juin 1946. RENAUD (M.). Deux modèles d'éléments en céramique pour plancher.
- 31.641. — 19 juillet 1946. PÉTRIS (O.). Appareil pour tapisser sur les murs sans papier.
- 31.791. — 6 août 1946. MOULIN (P.) et TRAMOY (L.). Modèle de bride indéformable pour fixer et soutenir les chéneaux de bâtiment ou autres canalisations d'eau.
- 920.348 (Aj.). — 21 septembre 1945. MURE (A.). Procédé de construction, matériaux et machines pour sa mise en œuvre.
- 920.376 (Aj.). — 25 septembre 1945. FILLOUX (C.). Procédé et machine pour la taille des pierres.
- 920.388 (Aj.). — 26 septembre 1945. SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE POUR LA FABRICATION DES PAPIERS. Procédé pour l'obtention à l'aide de substances ou corps celluloseux de nouveaux matériaux durs et imperméables propres à être utilisés dans la construction et autres applications.
- 920.413 (Aj.). — 28 septembre 1945. HUGUET (C. C.). Procédé et dispositif pour l'application des vernis.
- 920.415 (Aj.). — 28 septembre 1945. FAYOL (G. A.). Réalisation d'une tuile synthétique pour toitures.
- 920.421 (Aj.). — 1<sup>er</sup> octobre 1945. STERKO (N.). Utilisation des fils de verre dans les régions étirées du béton.
- 920.458 (Aj.). — 5 octobre 1945. RIX (G.). Machine vibrante mobile pour la fabrication de produits moulés de grande longueur.
- 920.515. — 7 janvier 1946. SCHOLLENBERGER (K.), NUSSLI (H.). Établi de menuisier.
- 920.546. — 21 janvier 1946. Soc. dite : L. SMIT ET ZOON'S SCHEEPS-EN WERKTINGBOUW (V.). Perfectionnements aux dragues aspirantes.
- 920.616. — 23 janvier 1946. BELL (P. F.), LOUDON (N. G. W.). Soc. dite : SOUND CITY (Films) Ltd. Perfection-

- nements apportés et relatifs à des éléments de construction et à la construction de bâtiment.
- 920.650. — 24 janvier 1946. BOUVIER (G. S.), CLAIR (R. P.). Nouveaux matériaux de construction.
- 920.682. — 25 janvier 1946. SVENSSON (H.). Appareil pour le découpage de plaques ou similaires, par exemple de carreaux de faïence ou des panneaux de béton.
- 920.699. — 25 janvier 1946. VENTURINI (M.). Lame comportant des rainures ou entailles, transversales, particulièrement applicable aux scies pour marbres, pierres et matières analogues.
- 920.700. — 25 janvier 1946. GILLBERG (J.). Armature pour planchers, murs et autres constructions semblables.
- 920.701. — 25 janvier 1946. JANHUNEN (M.). Mélangeur pour la préparation du béton léger.
- 920.739. — 28 janvier 1946. RIGBY (A. C.). Blocs de construction évidés.
- 920.748. — 28 janvier 1946. Soc. dite : THE JAEGER MACHINE CNY. Dispositif de porte pour mélangeurs.
- 920.801 (Aj.). — 11 octobre 1945. RICHE (M.). Nouveau matériau de construction.
- 920.862 (Aj.). — 18 octobre 1945. Mme CAUVET, née MAURIN (E. M.). Élément de construction perfectionné, ses diverses applications et les constructions ainsi réalisées.
- 920.942. — 30 janvier 1946. FONTAINE (J. L.). Élément résistant, notamment de construction.
- 921.050. — 2 février 1946. HOLZMANN (A.), SCHNEIDER (E.). Procédé de fabrication d'éléments de construction légers résistant aux agents chimiques et à la chaleur.
- 921.059 (Aj.). — 22 octobre 1945. VICTORIEN (R.). Éléments de construction.
- 921.101 (Aj.). — 26 octobre 1945. RIX (G.). Éléments pour la réalisation de planchers, moule pour leur fabrication et procédé pour leur mise en œuvre.
- 921.140 (Aj.). — 30 octobre 1945. VOISIN (M.). Dispositif de coffrage pour ouvrage en béton.
- 921.164 (Aj.). — 31 octobre 1945. NEROU (A.). Ferme de charpente métallique légère.
- 921.169 (Aj.). — 2 novembre 1945. BOURGEAT (A. J.). Perfectionnements aux moules pour pièces en béton.
- 921.183 (Aj.). — 6 novembre 1945. Soc. dite : CIE INTERNATIONALE DES PIEUX ARMÉS FRANKIGNOUL (Soc. an.). Procédé et dispositif pour la fabrication de pièces en béton et analogue.
- 921.212 (Aj.). — 7 novembre 1945. CARBONA BAZAGUER (F.). Nouveau matériau de construction.
- 921.244. — 4 février 1946. Soc. dite : BRAITHWAITE AND CNY ENGINEERS LTD. Dispositif d'agrafage pour panneaux ou éléments de construction.
- 921.249. — 4 février 1946. STAUDACHER (E.). Élément de construction en bois ou en fibre de bois.
- 921.270. — 28 janvier 1946. CHARTRON (P.), POULIN (L.). Tubes fendus et leurs colliers d'assemblage pour l'établissement des échafaudages et charpentes tubulaires.
- 921.276. — 5 février 1946. BOCQUET (P.). Éléments et méthodes de construction.
- 921.439 (Aj.). — 14 novembre 1945. JOUKOFF (A.). Éléments métalliques pour construction, tels que poutres, poutrelles, membrures et autres analogues.
- 921.468 (Aj.). — 16 novembre 1945. BROUAT (E.). Moellons moulés pour édification de murs blocs.
- 921.528 (Aj.). — 22 novembre 1945. HERCFELDS (A.). Procédé d'obtention d'éléments de construction préfabriqués en béton armé.
- 921.542 (Aj.). — 23 novembre 1945. STEVENS (A. F.). Éléments de construction en céramiques.
- 921.582. — 20 mars 1943. Société des AFFRÉTEURS INDOCHINOIS. Matériau de construction de conception nouvelle, non conducteur de la chaleur, du son et de l'électricité.
- 921.644. — 6 novembre 1945. LUCAS (A. S. C.). Matériau creux.



- 921.645. — 6 novembre 1945. LUCAS (A. S. C.). Matériau léger pour la construction rapide des voûtes coupées, etc...
- 921.725. — 7 février 1946. Soc. dite : ALLTOOLS LTD. Installation destinée à la fabrication des éléments de construction préfabriqués.
- 921.946. — 9 février 1946. WHATTAN (L. W.), MYERS (L. M.). Procédé de fabrication de panneaux ou carreaux isolants.
- 922.071 (Aj.). — 10 décembre 1945. Soc. dite : ÉTABLISSEMENTS SAINRAPT ET BRICE (Soc. Ame). Procédé de fabrication de pièces évidées intérieurement, son application aux éléments de construction préfabriqués et éléments ainsi obtenus.
- 922.114 (Aj.). — 14 décembre 1945. NOTUM (R.). Bois armé.
- 922.122 (Aj.). — 15 décembre 1945. JOVIGNOT-TORCHEUX (E.). Procédé et installation pour la fabrication d'objets creux en béton et produits en résultant.
- 922.140 (Aj.). — 17 décembre 1945. CLEMENCOT (H.). Procédé de préparation et d'application de mortiers.
- 922.152 (Aj.). — 18 décembre 1945. MAILAUD (L.). Élément de construction préfabriqué.
- 922.185 (Aj.). — 19 décembre 1945. NICOLE (A.). Boisseau pour l'établissement des gaines ou autres conduits.
- 922.193 (Aj.). — 20 décembre 1945. DEGLAIRE (P.). Procédé pour la fabrication rapide des boucles fermées en fil métallique, en particulier d'étriers pour béton armé, et moyens pour le réaliser.
- 922.262 (Aj.). — 20 décembre 1945. SIMAI (L.). Panneau composé.
- 922.373. — 14 février 1946. AVELLAN (H.). Procédé d'obtention moyen solidifiant pour béton.
- 54.096/784.978. — 5 juillet 1945. GARIOUD (L.). 1<sup>er</sup> certificat d'addition au brevet pris le 31 janvier 1935. Élément de construction perfectionné.
- 922.456. — 15 février 1946. MANLAY (C. S.). Procédé et dispositif pour l'application sur une surface d'enduits de toutes sortes et notamment d'enduits de plâtre.
- 922.633. — 21 février 1946. JACOBSEN (R. P.). Panneau de construction isolant.
- 922.671. — 21 février 1946. SKINNER (H. J. P.). Perfectionnements aux échafaudages.
- 922.710. — 23 février 1946. GESSAT (G. C.). Élément de construction perfectionné et construction en comportant application.
- 922.715. — 23 février 1946. CLOTET (M.). Éléments préfabriqués pour l'édification rapide de constructions.
- 922.721. — 23 février 1946. WILLIAMS (E. O.). Perfectionnements apportés aux éléments préfabriqués convenant à l'édification d'ouvrages en béton.
- 922.866 (Aj.). — 9 janvier 1946. Soc. dite : SECHAUD ET METZ (Soc. en nom collectif). Procédé de frettage d'ouvrages cylindriques en béton et appareils destinés à la mise en œuvre de ce procédé.
- 922.871 (Aj.). — 10 janvier 1946. AKOUN (F.). Élément de construction et ses applications.
- 922.903 (Aj.). — 15 janvier 1946. Mme Veuve MASSON, née BARBOT (M.). Matériaux de construction.
- 922.916 (Aj.). — 16 janvier 1946. LAUZEL (M. J.). Procédé de fabrication de tuyaux en ciment par projection centrifuge.
- 922.925. — 26 février 1946. WEKEMANS (J.). Procédé et dispositif pour le nettoyage de briques de réemploi et autres matériaux de construction.
- 922.964. — 27 février 1946. ANDERSSON (H. A.). Dalles de construction ou d'isolement contenant essentiellement du roseau, procédé et dispositif pour la fabrication de dalles de construction ou d'isolement et produits obtenus.
- 922.988. — 28 février 1946. SHARPLES (A. G.). Perfectionnements aux éléments pour la construction de bâtiments.
- 923.010. — 28 février 1946. TRUP (J.). Panneaux de revêtement métallique.
- 923.025. — 1<sup>er</sup> mars 1946. Soc. dite : J. et K. SMIT'S SCHEEPSWERVEN N. V. Procédé et dispositif pour re-
- monter au-dessus du niveau de l'eau l'extrémité postérieure de la ferme du tube suceur d'une drague suceuse.
- 923.043. — 1<sup>er</sup> mars 1946. COUARD (A. F. E.). Perfectionnements aux gabions en palplanches.
- 923.051. — 1<sup>er</sup> mars 1946. — TABAILLOUX (J.), TABAILLOUX (P.). Moellons pour constructions.
- 923.076. — 2<sup>e</sup> mars 1946. Soc. an. : ENTREPRISE AIGHINGER. Habitations en éléments de béton préfabriqués.
- 54.125/891.750. — 22 décembre 1945. MEURIE (Z. P. R.). Mme MEURIE, née CAMPOS (S.). 2<sup>e</sup> certificat d'addition pris le 30 novembre 1942. Procédé et appareils pour peindre, imprimer, afficher, coller et lessiver.
- 923.241 (Aj.). — 28 janvier 1946. FAURE (André), FAURE (Antoine). Appareillage perfectionné de pelles mécaniques.
- 923.280 (Aj.). — 31 janvier 1946. ALLAIRE (A.). Éléments de construction armés, en produits isolants légers.
- 923.315. — 22 février 1946. Soc. dite : CHEECOL PROCESSES LTD. Machine à aérer le béton.
- 923.368. — 5 mars 1946. GAUCHEY (G.). Machine à fabriquer des produits cellulaires.
- 923.429. — 7 mars 1946. Soc. dite : ÉTABLISSEMENTS CHEVRINGULLY-MOREAU. Élément de construction en béton armé, à double paroi.
- 923.481. — 8 mars 1946. Soc. dite : A JESPERSEN AND SON. Procédé pour faire sauter des blockhaus des abris contre le danger aérien et des constructions analogues.
- 923.702 (Aj.). — 14 février 1946. WILLOCO (D.). Perfectionnements aux machines à faire les tranchées.
- 923.708. — 9 mars 1946. DUPUY (R. L. R.). Pierre reconstituée.
- 923.722. — 11 mars 1946. Soc. dite : HARTCRETE LTD. Procédé et machine pour la fabrication de blocs moulés et articles analogues.
- 923.745. — 12 mars 1946. Soc. dite : HARTCRETE LTD. Blocs de construction moulés préfabriqués.
- 923.755. — 12 mars 1946. DENARO (O.). Éléments de construction préfabriqués.
- 923.831. — 14 mars 1946. COULAND (J. L.). Élément de construction aggloméré.
- 923.855. — 15 mars 1946. LÉONARDI (U.). Poutre préfabriquée à liaison directe transversale pour plafonds de ciment armé.
- 923.856. — 15 mars 1946. LÉONARDI (U.). Procédé de fabrication de poutres pour plafonds préfabriqués.
- 923.877. — 15 mars 1946. JEDLIKA. Perfectionnements apportés aux machines mélangeuses pour mortier, béton, etc...
- 923.891. — 15 mars 1946. RIGAUD (G. L.). Procédé de couverture et élévateur transporteur pour la mise en œuvre de ce procédé.
- 923.899. — 16 mars 1946. THOMASSON (L.). Éléments mosaïques normalisés, mais irréguliers, donnant l'aspect d'un « opus incertum ».
- 923.947. — 1<sup>er</sup> mars 1946. WOELFFLE (C.). Éléments préfabriqués pour l'établissement de murs isothermes et formant des monolithes.
- 924.002 (Aj.). — 16 février 1946. GUENER (A.). Élément de construction préfabriqué en béton pour planchers à armatures simples ou orthogonales, murs, cloisons et toitures.
- 924.219. — 19 mars 1946. PRZYGODA (Z.). Aggloméré à bases de matières fibreuses pour constructions rapides et son procédé de fabrication.
- 924.229. — 19 mars 1946. GAUCHER (A. A.). Procédé de mise en tension, câblage et ancrage des fils d'acier pour la précontrainte des matériaux.
- 924.237. — 19 mars 1946. PELLETIER (J.). Tuile métallique.
- 924.248. — 15 mars 1946. ROUVER (J. L.). Éléments préfabriqués et leur procédé de montage à scellement sous forte pression différé et facultatif et leur procédé de fabrication.
- 924.566. — 29 mars 1946. Soc. dite : R. G. LE TOURNEAU. Câble de contrôle pour dragueur et dragueur équipé d'un tel câble.

## BREVETS

- 924.567.** — 29 mars 1946. Soc. dite : P. G. LE TOURNEAU. Mécanisme de contrôle pour dragueur, pour dragueur porte-charge.
- 924.675.** — 2 avril 1946. CESARATTO (O.). Cordeau métallique et son appareil enrouleur pour maçons ou autres corporations.
- 924.708 (Aj.).** — 4 mars 1940. HENRY (J.). Excavateur.
- 924.808 (Aj.).** — 11 mars 1946. DEFONTENAY (A.). Machines à scier les pierres de taille.
- 924.834 (Aj.).** — 14 mars 1946. Soc. an. VITEX. Liants pour mastics.
- 924.851 (Aj.).** — 15 mars 1946. TOURY (C.), CHARPENTIER (R.). Procédé de durcissement des calcaires.
- 924.861 (Aj.).** — 15 mars 1946. Soc. an. dite : Soc. des GRANDS TRAVAUX DE MARSEILLE. Perfectionnements aux rideaux de palanques en béton armé.
- 924.889 (Aj.).** — 18 mars 1946. FÈVRE (P. C.). Panneaux de bois pour parquets.
- 924.991.** — 9 avril 1946. CHANAUD (R.). Éléments de construction et éléments préfabriqués avec leurs parements.
- 925.029.** — 26 mars 1946. LOCATELLI (A. V.). Procédé de moulage de pièces creuses, notamment de briques.
- 925.069 (Aj.).** — 19 mars 1946. DESPLAN (J.). Machine à mouler les parpaings.
- 925.141.** — 19 avril 1945. MODENES (A. M.). Procédé de fabrication d'une nouvelle matière agglomérée super-résistante, hydraulique et isolante de la chaleur, du froid et de l'humidité.
- 925.227.** — 4 avril 1946. Soc. ORLIT LTD. Machine de finissage de surfaces en béton ou analogues.
- 925.358.** — 9 avril 1946. CORNE (L.). Dispositif pour le nettoyage des briques de démolition.
- 925.434 (Aj.).** — 29 mars 1946. Soc. an. dite : Soc. MINIERE DES SCHISTES BITUMINEUX. Agglomérés pour la construction et autres usages.
- 925.470.** — 10 avril 1946. Soc. dite : AKTIEBOLAGET VIBRO-BETONG. Outil vibreur pour béton.
- 925.515.** — 11 avril 1946. Soc. dite : THE STANTON IRONWORKS. Perfectionnements aux tuyaux en béton précomprimé et autres produits en béton précontraint.
- 925.589.** — 13 avril 1946. Soc. dite : FULLER CNY. Installation de refroidissement des matériaux.
- 925.657.** — 2 avril 1946. KOLICH (R.). — Éléments constituant par leur assemblage et leurs dispositions constructives des poutrelles en forme de monolithe à l'usage des planchers et autres.
- 925.660.** — 16 avril 1946. SCHMIDT (G.). Procédé pour la fabrication en grande et très grande série d'ossatures légères pouvant constituer l'âme de panneaux contreplaqués épais.
- 925.700.** — 16 avril 1946. Soc. dite : SCAFFOLDING LTD (GREAT BRITAIN). Perfectionnements aux serre-joints ou raccords pour échafaudage.
- 925.705.** — 7 avril 1946. BERGONE (H.). Procédé nouveau de construction à l'aide d'éléments préfabriqués spécialement étudiés pour tenir lieu de coffrage et de revêtement.
- 925.784.** — 19 avril 1946. BONNY (P. A. M.). Pierre artificielle en béton moulé pour le montage rapide des murs.
- 925.789.** — 19 avril 1946. GRANTE (R.). Tuile.
- 925.854.** — 23 avril 1946. ZEYER (F.). Procédé de fabrication d'éléments de construction.
- Voirie, ponts et routes, quais, phares, écluses.**
- 920.784 (Aj.).** — 10 octobre 1945. SOCIÉTÉ COMATRA. Procédé de fabrication de mélanges à base de matières hydrocarbonées, destinées aux revêtements des chaussées.
- 920.911.** — 29 janvier 1946. BUEHRMANN (K. E.). Perfectionnements apportés à la fabrication d'éléments constitués par un mélange d'asphalte ou de bitume avec des matières de remplissage.
- 921.473 (Aj.).** — 16 novembre 1945. TATISTCHEFF (T.). Revêtement étanche pour toits, planchers, routes et toutes aires de stationnement ainsi que pour réservoirs, bassins, digues, etc.
- 921.859 (Aj.).** — 6 décembre 1945. Soc. dite : SECHAUD et METZ (Soc. en nom collectif). Ouvrages en béton armé sur arcs ou fermes sous-tendus et leur procédé de construction.
- 922.016.** — 12 février 1946. Soc. dite : N. V. DE BATAAFSCHE PETROLEUM MAATSCHAPPIJ. Procédé pour l'obtention ou la réparation des revêtements bitumeux de routes.
- 922.524.** — 18 février 1946. LARQUETOUX (A.). Massif de fondation ou caisson en béton armé et procédé de fonçage y relatif.
- 922.543.** — 19 février 1946. BOUIER (R. V. P. E.). Bordure de trottoir à caniveau intérieur.
- 923.123 (Aj.).** — 16 janvier 1946. DOURGNON (J.). Dispositif d'éclairage public et plus particulièrement de fixation des sources d'éclairage.
- 923.509.** — 8 mars 1946. COUARD (A. F. E.). Procédé de construction des ouvrages de soutènement.
- 924.674.** — 2 avril 1946. MASCARELLI (M. A. J.). Procédé de construction et de mise en place sous l'eau de blocs artificiels en béton.
- 924.758 (Aj.).** — 5 mars 1946. — Soc. CHIMIQUE ET ROUTIÈRE DE LA GIRONDE. Matériau pour revêtements routiers, procédé et produits destinés à sa préparation et ses applications.
- 924.842 (Aj.).** — 14 mars 1946. Soc. dite : ENTREPRISE DE FONDATIONS ET TRAVAUX HYDRAULIQUES (E. F. T. H.). Procédé de construction de rideaux étanches au moyen de pieux en béton armé soudés par injections.
- 925.071 (Aj.).** — 20 mars 1946. PERBAL (P. L.). Dispositif pour la construction de barrages hydrauliques.
- Travaux d'architecture, aménagements intérieurs, secours contre l'incendie.**
- 920.354 (Aj.).** — 21 septembre 1945. ARNOULD (F.), CHIRAY (G.). Nouveau mode d'édification et de fabrication des locaux à plusieurs pièces.
- 920.493 (Aj.).** — 9 octobre 1945. BELLEZANNE (J.). Procédé et moyens de protection contre l'explosion de munitions en cas d'incendie.
- 920.509.** — 25 juillet 1945. PARRA (A. A.). Rideau métallique contrevent.
- 920.560.** — 22 janvier 1946. GALLIOLI (L.). Toit et couverture à tenue d'air, non monolithique.
- 920.569.** — 22 janvier 1946. STEBLER (H. E.). Parois en bois pour la construction de locaux industriels et d'habitation et leur procédé de fabrication.
- 920.619.** — 23 janvier 1946. Soc. dite : BRAITHWAITE AND CNY ENGINEERS LTD. Ossature pour la construction rapide de bâtiments.
- 920.620.** — 23 janvier 1946. Soc. dite : BRAITHWAITE AND CNY ENGINEERS LTD. Ossature pour la construction de bâtiments.
- 920.629.** — 23 janvier 1946. MOROSINI (P. L. L.). Perfectionnements à la construction de murs en maçonnerie de blocs creux.
- 920.642.** — 24 janvier 1946. SABATHIER (C. M.). Générateur de fluide émulsionnable utilisable pour combattre les incendies sous forme de mousse d'air.
- 920.722.** — 26 janvier 1946. NIELD (D.). Montant ou piquet pour clôtures ou treillages.
- 920.723.** — 26 janvier 1946. FROMSON (B. W.), ELLIS (G. H. S.). Toiture préfabriquée à éléments articulés.
- 920.734.** — 26 janvier 1946. CHAMBINAUD (P. E.). Construction en éléments préfabriqués.
- 920.786 (Aj.).** — 10 octobre 1945. LEPLAT (R.), LOUIS (A.). Perfectionnements aux fermetures à enroulement.
- 920.803 (Aj.).** — 12 octobre 1945. AMERGER (J.). Procédé d'assemblage par éléments en ciment et béton armé pour tous les genres de constructions.
- 920.865 (Aj.).** — 19 octobre 1945. NEROU (A.). Procédé de construction aux moyens d'éléments préfabriqués et éléments pour sa mise en œuvre.
- 920.891.** — 29 janvier 1946. PAINCHAULT (A.). Système de construction.



- 920.903. — 29 janvier 1946. AIREY (E.). Mur 'évidé à tirants et son mode d'établissement.
- 920.923. — 30 janvier 1946. KIEFER (H.). Volet roulant à dispositif permettant de l'écartier vers l'extérieur.
- 920.947. — 30 janvier 1946. NIJHUIS (J.), PENNERS (J. H. C.). Construction en béton armé, éléments de cette construction et procédé pour la réaliser.
- 920.948. — 30 janvier 1946. NIJHUIS (J.), PENNERS (J. H. C.). Construction en béton armé à partir d'éléments préfabriqués.
- 920.975. — 31 janvier 1946. CROP-HERREMANS (M.). Toitures en dents de scie pour bâtiments d'usines et analogues.
- 920.998. — 1<sup>er</sup> février 1946. BYTHWAY (A. S.), NEELANDS (A. R.) et Soc. dite : THE CEMENTATION CNY (SUBSIDIARIES) LTD. Perfectionnements dans les encadrements résistants au feu, pour charpentes en acier ou relatifs à ces encastrements.
- 920.999. — 1<sup>er</sup> février 1946. BYTHWAY (A. S.), NEELANDS (A. R.) et Soc. dite : THE CEMENTATION CNY (SUBSIDIARIES) LTD. Perfectionnements aux panneaux destinés à l'absorption du son.
- 921.000. — 1<sup>er</sup> février 1946. NEELANDS (A. R.). Perfectionnements aux dispositifs absorbants de sons ou relatifs à ces dispositifs.
- 921.003. — 1<sup>er</sup> février 1946. GROSS (V.). Perfectionnements aux constructions légères à exécution rapide.
- 921.145 (Aj.). — 30 octobre 1945. CHARDON (H. A. L.). Système de construction à éléments préfabriqués en béton armé ou autres.
- 921.159. — 31 octobre 1945. Soc. : LES TRAVAUX SOUTERRAINS. Canal d'insonorisation perfectionné pour ventilation de locaux et autres usages.
- 921.160 (Aj.). — 31 octobre 1945. Soc. : LES TRAVAUX SOUTERRAINS. Canal perfectionné d'insonorisation.
- 921.161 (Aj.). — 31 octobre 1945. Soc. : LES TRAVAUX SOUTERRAINS. Paroi insonore et ses applications.
- 921.330. — 6 février 1946. SYMONS (R. J.), ARIS (R. E.). Panneau utilisable pour la construction des toitures, murs et éléments analogues.
- 921.344. — 6 février 1946. Soc. an. ATELIERS JEAN PROUVE. Perfectionnements apportés aux constructions comportant une structure en poutres-caissons et des murs avec panneaux à double paroi.
- 921.375. — 7 février 1946. VRABEC (B.). Perfectionnements apportés aux procédés de construction de murs en briques creuses profilées et aux briques utilisées à cet effet.
- 921.394 (Aj.). — 9 novembre 1945. BAUDELLOT (H. L. E.). Système de plafond à panneaux, perfectionné.
- 921.426 (Aj.). — 13 novembre 1945. GUELAIN (H.). Charpente métallique.
- 921.445 (Aj.). — 14 novembre 1945. GUELAIN (H.). Matériaux d'habillage de construction immobilière.
- 921.610 (Aj.). — 17 mars 1945. SUTRA (A.). Dispositif pour la pose de parquets sur ciment.
- 921.631 (Aj.). — 27 septembre 1945. POLIAKOFF (E.). Construction rapide en éléments simplifiés.
- 921.632 (Aj.). — 1<sup>er</sup> octobre 1945. GAGLIO (J. M.). Procédé de construction par éléments préfabriqués sans coffrage.
- 921.639. — 24 octobre 1945. LUCAS (A. S. C.). Construction monobloc.
- 921.640. — 19 septembre 1945. JUILHES (L. A.). Construction solide et économique pour tous bâtiments publics et particuliers.
- 921.851 (Aj.). — 6 décembre 1945. DESRUC (P. C.). Procédé de construction.
- 921.956. — 11 février 1946. RICKER (O.). Procédé et mode de construction de maisons préfabriquées montables immédiatement en un temps très court.
- 921.994. — 12 février 1946. OPPERMAN (S. E.). Perfectionnements apportés à la réalisation de planches pour bâtiments.
- 922.062 (Aj.). — 8 décembre 1945. Soc. an. dite : Soc. DUMEZ, COURTAY (L.). Perfectionnements à la construction des couvertures en forme de voile à double courbure.
- 922.085 (Aj.). — 12 décembre 1945. CURTI (B.). Mode de construction de maisons à partir d'éléments préfabriqués.
- 922.125. — 15 décembre 1945. PALSANT (M. M. H.). Procédé et dispositif de mise en place dans un immeuble des divers réseaux de canalisations.
- 922.149 (Aj.). — 17 décembre 1945. MARY (J.). Procédé et dispositifs de construction rapide de bâtiments en béton armé ou non, à usage d'habitation ou autre.
- 922.191 (Aj.). — 20 décembre 1945. LOSSIER (H.). Joints de retrait et de dilatation pour hourdis, poutres, revêtements de chaussées, pistes, etc., en agglomérés armés ou non armés.
- 922.308 (Aj.). — 15 novembre 1945. Soc. dite : FREEZ-SEAL EQUIPMENT CNY LTD. Appareil transportable permettant de geler temporairement une faible longueur d'un tuyau contenant un liquide.
- 922.320. — 8 décembre 1945. Soc. dite : NATIONAL STEEL CORPORATION. Perfectionnements relatifs aux abris et particulièrement aux abris du type facilement montable et démontable.
- 922.354. — 14 février 1946. OLLIVIER (G.), RAIMBAULT (G.). Éléments de bois permettant la réalisation d'un très grand nombre de constructions à utilisations multiples.
- 922.363. — 14 février 1946. VEINBERG (J.). Système de mur à isolement perfectionné.
- 922.364. — 15 février 1946. Soc. an. : ATELIERS JEAN PROUVE. Système de construction métallique.
- 54.073/905.170 (Aj.). — 8 juin 1945. LECLERCQ (E. L. G.). 1<sup>er</sup> certificat d'addition au brevet pris le 28 janvier 1944. Système d'établissement de charpente pour constructions d'habitation et autres.
- 54.097/910.073. — 6 juillet 1945. SCHMITTE (P.). 1<sup>er</sup> certificat d'addition au brevet pris le 3 avril 1945. Système de planchers en éléments préfabriqués.
- 922.402. — 10 février 1945. LALLEMAND (F. E.). Perfectionnements aux matériaux pour couvertures et revêtements métalliques.
- 922.404. — 21 septembre 1945. Soc. dite : MANUFACTURE DE VERRE S. A. Châssis de fenêtre, particulièrement de fenêtre de devanture.
- 922.480. — 15 février 1946. Soc. à r. l. dite : OUEST TRAVAUX. Éléments de construction réversibles.
- 922.500. — 16 février 1946. Firme : MEZZADRI et ROMANINI. Procédé de construction de voûtes et de planchers utilisant les éléments en terre-cuite ou similaires, assemblés entre eux, sans emploi d'armature provisoire.
- 922.567. — 19 février 1946. REYNARD (C.). Porte métallique et procédé de fabrication.
- 922.581. — 19 février 1946. SELG (K.). Procédé de construction de maisons et d'édifices analogues.
- 922.664. — 21 février 1946. GAUDIO (A.). Dispositif pour le débouchage des tuyauteries, évier et appareils sanitaires.
- 922.677. — 22 février 1946. DURIS (B.). Construction rapide en pisé de terre.
- 922.765 (Aj.). — 2 janvier 1946. VOISIN (M.). Procédé de revêtement pour ouvrages en béton.
- 922.771 (Aj.). — 3 janvier 1946. BERTHAUD (L. P. E.). Articulation pour ports et charpentes.
- 922.779 (Aj.). — 3 janvier 1946. SCHMID (M.). Nouveau type de construction à usage d'habitation en éléments de béton armé vibré préfabriqués.
- 922.780 (Aj.). — 3 janvier 1946. DODERET (L. B.). Système de construction d'édifices à usage d'habitation ou autres.
- 922.781 (Aj.). — 3 janvier 1946. DODERET (L. B.). Porte composite pour toutes applications.
- 922.815 (Aj.). — 7 janvier 1946. Soc. an. des ENTREPRISES LEGROS, RAINNETEAU et C<sup>ie</sup>. Procédé pour la construction économique et rapide de hangars, magasins ou ateliers agricoles ou industriels entièrement en béton armé.

# BREVETS

- 922.889 (Aj.). — 11 janvier 1946. STRAHM (F. E. M.). Perfectionnements à la fabrication et à la pose des parquets en bois.
- 922.985 (Aj.). — 28 février 1946. HITCHINS (G. W.). Mode de construction de bâtiments à l'aide d'une ossature et de panneaux.
- 923.101. — 4 mars 1946. Soc. dite : BRAITHWAITE ET CNY ENGINEERS LTD. Dispositif de fixation pour moulures ou panneaux de bâtiment.
- 923.180 (A.). — 22 janvier 1946. Soc. an. des TUBES DE VALENCIENNES ET DENAIN. Collecteur d'eaux ménagères auto-ventilé.
- 923.240 (Aj.). — 28 janvier 1946. SUTRA (A.). Procédé de construction rapide de locaux d'habitation ou autres à partir d'éléments préfabriqués.
- 923.245 (Aj.). — 28 janvier 1946. SAKAROVITCH (J.), PAQUIN (B.). Plancher en éléments préfabriqués.
- 923.251 (Aj.). — 28 janvier 1946. BEUCHER. Plaque nervurée remplaçant le lattis pour la couverture.
- 923.325. — 26 février 1946. Soc. dite : « MADACOR » CIE FR. POUR L'APPLICATION DES SUPERCORFRAGES MONOLITHIQUES (Soc. à r. l.). Perfectionnements au mode d'assemblage des éléments des constructions industrielles, domestiques ou autres.
- 923.327. — 26 février 1946. VIDAILLAC (J.). Procédé de construction spéciale contre les séismes.
- 923.356. — 5 mars 1946. SERRA (G.). Système de construction pour l'édification de bâtiments.
- 923.369. — 5 mars 1946. HITCHINS (W. G.). Dispositif de plancher préfabriqué.
- 923.370. — 5 mars 1946. HITCHINS (W. G.). Dispositif de mur de cloison à panneaux encastres.
- 923.371. — 5 mars 1946. HITCHINS (W. G.). Dispositif d'encastrement pour fenêtre.
- 923.576 (Aj.). — 2 février 1946. VITOU (J.). Perfectionnement aux cloisons séparant une cuisine ou un office d'une salle à manger.
- 923.946. — 1<sup>er</sup> mars 1946. FRUTTO (L.). Dispositif aidant l'aspiration des fumées et supprimant leur refoulement dans les cheminées.
- 923.969. — 19 mars 1946. HARKNESS (J. M.), HARKNESS (G. K.), SCRUBY (B.), O'SULLIVAN (E.). Perfectionnements aux moules pour la construction de murs et pour des usages analogues.
- 923.992 (Aj.). — 15 février 1946. BERNAUDIN (M. H.). Procédé de calorifugation et d'insonorisation des murs.
- 924.046 (Aj.). — 21 février 1946. VENIBERG (J.). Joint pour toitures en feuilles métalliques, feuilles de couverture et toiture en comportant application.
- 924.121 (Aj.). — 28 février 1946. Soc. SERPI. Paumelles à pattes d'équerre pour fenêtres, portes et autres applications.
- 924.122 (Aj.). — 28 février 1946. Soc. SERPI. Equerre d'assemblage pour châssis de fenêtres, portes et similaires.
- 924.123 (Aj.). — 28 février 1946. Soc. SERPI. Perfectionnements aux fenêtres d'immeubles.
- 924.138 (Aj.). — 28 février 1946. MERIGEAULT (R. J.). Construction de bâtiments définitifs à partir d'éléments fabriqués en série.
- 924.234. — 19 mars 1946. ROBERT (E.). MUSETTE (L.). Charpente à versants portants.
- 924.291. — 21 mars 1946. DANDRIDGE (G. F. J.). Perfectionnements aux constructions préfabriquées.
- 924.327. — 22 mars 1946. PERAZIO (E. M.). Fabrication et système d'assemblage d'éléments d'agglomérés en queue d'aronde pour murs et parois dans la construction des bâtiments à étages et dans la construction de bâtiments provisoires démontables.
- 924.328. — 22 mars 1946. MOLLES (A.). Procédé de construction d'un plancher complet composé d'éléments porteurs solidarisés et introduction préalable d'efforts.
- 924.392. — 25 mars 1946. Soc. dite : WILLIAMS et WILLIAMS LTD ET GARTHWAITE (J. K.). Carcasse de vitrage à châssis métallique.
- 924.416. — 25 mars 1946. RAULAIS (A. E. M.). Constructions démontables.
- 924.424. — 26 mars 1946. CLAESSON (P. H. E.). Déclencheur thermique d'alarme d'incendie et dispositif d'alarme muni d'un tel déclencheur.
- 924.425. — 26 mars 1946. CLAESSON (P. H. E.). Dispositif d'alarme comprenant un ou plusieurs circuits à double fil contrôlés par un courant permanent.
- 924.426. — 26 mars 1946. CLAESSON (P. H. E.). Dispositif d'alarme.
- 924.498. — 27 mars 1946. GILARDI CRESPILO (A.), GILARDI ESCODA (A.). Procédé de construction de maisons démontables en béton armé.
- 924.509. — 27 mars 1946. RAFFIN (A.). Perfectionnements au hourdis en béton.
- 924.587. — 29 mars 1946. LARSEN (B. V.). Plancher élastique.
- 924.810 (Aj.). — 11 mars 1946. DAPOZZO (F. E.). Plafond léger à armature métallique.
- 924.837 (Aj.). — 14 mars 1946. HERCFELD (A.). Procédé de construction de charpentes mixtes.
- 924.862 (Aj.). — 15 mars 1946. SOURDIS (P. A.). Persiennes métalliques.
- 924.878 (Aj.). — 16 mars 1946. POSTEL (M. L.). Dispositif d'évacuation des ordures ménagères et plus généralement de tous les déchets par évier-évidoir et appareil sélecteur.
- 924.888 (Aj.). — 18 mars 1946. JEAN (P. N.). Dispositif destiné à résister à des efforts, tels que poutre, plancher, etc.
- 924.893 (Aj.). — 18 mars 1946. DELASSUS (H. J. L.). Procédé de construction de locaux par éléments préfabriqués et locaux ainsi obtenus.
- 925.054 (Aj.). — 19 mars 1946. BOSONOTTO (G.). Perfectionnements apportés aux fers à vitrages.
- 925.055 (Aj.). — 19 mars 1946. DURANT (A.). Procédés de construction du gros œuvre des bâtiments à ossature monolithe, comportant notamment des perfectionnements apportés à la réalisation des planchers.
- 925.183. — 3 avril 1946. MATHEWS (C. B.), AMBROSE (J. G.). Perfectionnements à la fabrication des planchers.
- 925.194. — 19 mars 1946. DUSSARTE (M.). Panneaux de bois pour parquets.
- 925.393 (Aj.). — 26 mars 1946. GROSSHEITSCH (P. J. A.). Couvre-joints de sécurité pour portes, fenêtres et similaires.
- 925.483. — 10 avril 1946. HOLSTED (H.). Fenêtre tournante.
- 925.620. — 15 avril 1946. BERNE (A.). Persiennes repliables sous linteau.
- 925.658. — 3 avril 1946. Soc. D'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS ESPINOS-ROY S. E. P. E. R. Nouveau bourrelet de calfeutrage.
- 925.659. — 16 avril 1946. CONIL (P.). Habitation préfabriquée.
- 925.672. — 16 avril 1946. PRAIRIAL (L.). Mode de réalisation de toitures.
- 925.679. — 16 avril 1946. Soc. dite : JAMES HOWDEN ET CNY LTD. Perfectionnements au lambrisage.
- 925.707. — 17 avril 1946. JOURJON (R.). Bourrelet ou raccordement à relèvement automatique pour portes.
- 925.735. — 17 avril 1946. Soc. dite : THE BRITISH POWER BOAT CNY LTD et HILL (H.). Perfectionnements aux éléments de construction.
- 925.790. — 19 avril 1946. DREYER (O.). Assemblage d'éléments de construction adjacents d'édifices en bois.
- 925.797. — 19 avril 1946. HJORTSO (A. P.). Perfectionnements aux dispositifs anti-courant d'air pour portes et fenêtres.
- 925.800. — 19 avril 1946. Soc. dite : BÉTONS ARMÉS HENNEBIQUE (MAISON HENNEBIQUE) (Soc. à r. l.). Procédé et dispositif d'accrochage pour éléments de construction et planchers obtenus suivant ce procédé.



- 925.832. — 20 avril 1942. BOUDIN (M.). Procédé nouveau de construction de mur et de toiture.
- 925.855. — 2 septembre 1944. LEPERCHE (L. H.). Constructions d'habitations fixes ou démontables en panneaux rationnels en ciment armé.

## Mines et métallurgie.

### Métaux ouvrés.

- 920.480 (Aj.). — 8 octobre 1945. SCHAKOVSKY (G.). Fer à souder à chauffage rapide.
- 920.497 (Aj.). — 9 décembre 1940. Soc. dite : LA SOUDURE AUTOGENE FRANÇAISE. Perfectionnements aux chalumeaux.
- 920.604. — 23 janvier 1946. Soc. dite : N. V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN. Procédé et dispositif de soudure électrique à l'arc.
- 920.689. — 25 janvier 1946. Soc. dite : N. V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN. Dispositif d'assemblage mécanique, tranche sur tranche, de deux plaques situées dans un même plan.

## Matériel de l'économie domestique.

### Serrurerie.

- 922.987. — 28 février 1946. Soc. dite : DE LA RUE GAS DEVELOPMENT LTD. Moyens perfectionnés pour adapter des objets à des murs et à des parois analogues.

## Instruments de précision. Électricité.

### Lampes électriques.

- 922.091 (Aj.). — 13 décembre 1945. ELOUARD (L.). Procédé et installation d'éclairage utilisant l'énergie électrique par influence statique.

## Céramique.

### Briques et tuiles.

- 920.607. — 23 janvier 1946. DELCOURT (P.). Système de briques à emboîtement.

## Arts chimiques.

### Matières colorantes, couleurs, vernis, enduits, encres.

- 925.471. — 10 avril 1946. Soc. dite : SCHORI METALLISING PROCESS LTD. Préparation de revêtement imperméable et résistant à la corrosion.
- 925.472. — 10 avril 1946. Soc. dite : SCHORI METALLISING PROCESS LTD. Procédé de revêtement de surfaces.

## Éclairage, chauffage, réfrigération, ventilation.

### Lampes et allumettes.

- 31.599. — 27 juin 1946. SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE PAR LA VAPEUR (S. I. C. E. V.). Modèle de radiateur à vapeur pour chauffage.
- 31.760. — 24 juillet 1946. Soc. dite : SOCIÉTÉ ANONYME DE MACHINES-OUTILS ET APPAREILS DIVERS ET FONDERIES ET ATELIERS DE MÉCANIQUE DE FLERS RÉUNIS « LA SAMOA ». Modèle de brûleur.
- 922.547. — 19 février 1946. RENAULT (L. A. A.), MENARD (A.). Réalisation d'éclairage de teinte modifiable au gré de l'utilisateur à l'aide de tubes lumineux.

## Appareils de chauffage et de combustion.

- 920.464 (Aj.). — 5 octobre 1945. TOTTOT (Ch.). Perfectionnements aux appareils de chauffage domestique à combustible solide et à feu continu.
- 920.510. — 21 novembre 1945. LICHTENSTEIN (J.). Appareil pour l'utilisation du rayonnement solaire.
- 920.521. — 19 janvier 1946. KINNEY (S. P.), HARTWICK (L. M.). Garniture en briques réfractaires pour récupérateurs de chaleur.
- 920.576. — 22 janvier 1946. JOURDAIN DE MUZON (H. J. B.). Perfectionnements aux fourneaux à gaz ou électriques.
- 920.612. — 23 janvier 1946. Soc. dite : THE OHIO CRANKSHAFT CNY. Procédé et dispositif de chauffage par induction.
- 920.752. — 28 janvier 1946. Soc. an. dite : LES ÉTABLISSEMENTS P. GENEVÉE. Dispositif de réglage de débit tel que vanne thermostatique.
- 920.858 (Aj.). — 18 octobre 1945. GAULTIER (M.). Dispositif aérotherme à circulation forcée.
- 921.453 (Aj.). — 15 novembre 1945. BRAUN (A.). Panneau chauffant.
- 921.500 (Aj.). — 20 novembre 1945. Soc. dite : ÉTABLISSEMENTS ÉMILE NESSI ET FILS ET BIGEAULT, CHAUFFAGE QUIES. Dispositif de chauffage.
- 921.880. — 3 janvier 1946. Soc. dite : M. H. DETRICK CNY. Perfectionnements à la construction des boîtes de fours.
- 922.291. — 1<sup>er</sup> octobre 1946. Soc. dite : ELECTRIC PANELS LTD. Perfectionnements aux systèmes de chauffage électrique pour immeubles.
- 922.393. — 15 février 1946. MOUÏSSON (A.). Dispositif de chauffage électrique pour radiateurs à eau.
- 922.888 (Aj.). — 11 janvier 1946. NACHET (P.). Panneau chauffant électrique.
- 922.950. — 27 février 1946. Soc. dite : DE LA RUE GAS DEVELOPMENT LTD. Moyens perfectionnés pour fixer et loger des brûleurs à gaz dans des installations à gaz.
- 923.399. — 5 mars 1946. BELIAEFF (J. F.), DELANEY (C. T.) et Soc. dite : GALLAY LTD. Appareil d'échange thermique à lames.
- 923.414. — 6 mars 1946. BELIAEFF (J. F.), DELANEY (C. T.) et Soc. dite : GALLAY LTD. Appareil d'échange thermique à lames.
- 923.479. — 8 mars 1946. MICHARD (J.). Calorifère à air chaud surpressé.
- 924-039. (Aj.). — 20 février 1946. ORBAN (E. T.). Perfectionnements apportés aux appareils pour la production d'air chaud, notamment aux systèmes de chauffage central de ce genre.
- 924.250. — 20 mars 1946. VAN WEYMARS (M.). Chaudière à sciures de bois.
- 924.952. — 20 mars 1946. CHASSEREAU (R.). Chaudière à gaz.
- 924.336. — 22 mars 1946. Soc. FRANÇAISE DE CONSTRUCTIONS BABCOCK ET WILCOX. Procédé et dispositif pour la combustion de combustibles pulvérisés.
- 924.518. — 27 mars 1946. RICHARD (G.). Générateur et installation de chauffage central.
- 924.578. — 29 mars 1946. Soc. dite : DE LA RUE GAS DEVELOPMENT LTD. Perfectionnements apportés à la réalisation de dispositifs de sécurité à tirage renversé pour appareils chauffés au gaz.
- 924.633. — 30 mars 1946. Soc. an. BROWN, BOVERI ET CIE. Échangeur de chaleur, en particulier surface de chauffe pour générateurs à vapeur avec chambre de combustion suralimentée, brûlant des combustibles donnant des cendres, et spécialement du charbon pulvérisé.
- 924.650. — 1<sup>er</sup> avril 1946. Soc. FRANÇAISE DE CONSTRUCTION BABCOCK ET WILCOX. Perfectionnement aux brûleurs à combustible pulvérisé.
- 925.010. — 25 mars 1946. MUSGRAVE (J. L.). Système de chauffage ou de refroidissement par poutres évidées pour immeubles.
- 925.262. — 5 avril 1946. Soc. dite : VAPOR CAR HEATING CNY. Réglage de la température de locaux.

## NORMALISATION

925.461. — 10 avril 1946. JOLLIET (L.). Dispositif électrique pour empêcher le gel dans les conduites de liquides, notamment dans les conduites d'eau.

### Réfrigération, aération, ventilation.

920.566. — 22 janvier 1946. Soc. dite : AKTIEBOLAGET ELEKTROLUX. Perfectionnements aux appareils de réfrigération fonctionnant par absorption.

920.639. — 19 janvier 1946. DUTOYA (P.). Procédé de climatisation à l'usage des édifices, véhicules, navires, avions et constructions industrielles, modifiant à volonté la température des parois par circulation d'air.

921.469 (Aj.). — 16 novembre 1945. SOUTOUL (R.). Dispositifs d'étanchéité.

921.559. — 17 novembre 1941. MARTIN (P. C.). Appareil de climatisation coloniale.

920.601. — 9 mars 1944. MARTIN (P. C.). Système d'aération.

922.911 (Aj.). — 15 janvier 1946. BATTI (L.). Perfectionnement apporté dans l'établissement des chambres froides pour la conservation des matières périssables.

54.114/818.722. — 30 août 1945. VACHERON (E.). 1<sup>er</sup> certificat d'addition au brevet pris le 4 mars 1937. Humidificateur.

925.765. — 18 avril 1946. JACQUES (P.). Procédé et installation pour le séchage rapide des bois d'industrie.

## V. — NORMALISATION

### NORMES HOMOLOGUÉES

Bois, verre, céramique, carrières, etc...

#### Bois, cubage et dimensions de débit.

NF B 53-501. Bois. Classement d'aspect des bois indigènes. Sciages avivés de feuillus durs.

#### Bâtiment et Génie civil.

NF P 37-403. Couvertures. Quincaillerie. Crochet de service pour toitures. BNM.

NF P 37-404. Support pour gouttière à l'anglaise. BNM.

NF P 37-405. Crochets pour gouttières pendantes demi-rondes. BNM.

NF P 37-406. Colliers à boulons pour tuyaux légers. BNM.

NF P 37-407. Châssis de toiture à gouttière et coffre pour combles en ardoises et tuiles plates. Terminologie. Dimensions. BNM.

NF P 37-408. Châssis de toiture à jet d'eau dit « châssis parisien » en tôle soudée ou rivée. Terminologie. Dimensions. BNM.

NF P 37-409. Châssis de toiture. Accessoires. Dimensions. BNM.

### PROJETS DE NORMES

#### SOUJES A L'ENQUÊTE PUBLIQUE

#### Généralités.

EP n° 504.

Pr A 35-004. Produits sidérurgiques laminés à chaud en acier non allié. Ronds pour béton armé, lisses et crénelés de limite d'élasticité supérieure à 40 kg/mm<sup>2</sup>.

Pr A 45-004. Produits sidérurgiques laminés à chaud. Ronds pour béton armé, lisses et crénelés.

Bois, verre, céramique, carrières.

#### Bois.

EP n° 500.

Pr B 54-007. Bois. Panneaux en fibre de bois aggloméré au ciment ou au plâtre, dits « Fibragglo ». Dimensions.

EP n° 501.

Pr B 53-504. Bois. Classement d'aspect des panneaux contreplaqués à plis pour usages courants.

#### Normes fondamentales et générales.

EP n° 507.

Pr X 02-1 106. Symboles de la mécanique des fluides.

#### Bâtiment et Génie Civil.

EP n° 510.

Pr P 02-004. Dessins. Dessins d'architecture. Écritures.

#### Chimie.

#### Peinture.

EP n° 515.

Pr T 31-003. Peintures. Bleu d'outre-mer.

### ÉTUDES - COMPTES-RENDUS DES COMMISSIONS

**Terrasse, maçonnerie, béton armé. Canalisations. Sections intérieures des égouts ovoïdes.** *Circ. A. F. N. O. R.* (mal-juin 1947), n° 75, p. 579. Norme NF P 16-401. — Cette étude a été entreprise à l'origine par le Bureau de Normalisation du Bâtiment et des Travaux Publics sur la demande du Commissariat à la Reconstruction. La procédure d'urgence a été adoptée par la suite pour donner satisfaction le plus tôt possible aux besoins du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme. Cinq types d'égouts ont été retenus. Ils sont définis par leur hauteur. Les sections ne sont pas parfaitement homothétiques, parce que la nécessité des visites a conduit à élargir les radiers des petits égouts. Mais les principaux rayons de courbure ont été choisis de façon à permettre l'autocurage. La norme ne vise que la section intérieure sans préjuger du profil extérieur qui dépendra de la manière dont l'égout sera réalisé. E. 1134 (◇).

**Ronds pour béton armé.** *Circ. A. F. N. O. R.* (28 juill. 1947), n° 73, p. 4. — La Sous-Commission des Ronds pour Béton Armé s'est réunie pour examiner le projet de norme de produit et le projet dimensionnel présentés par le Bureau de Normalisation de la Sidérurgie. L'objet de ces projets reste les ronds d'élasticité supérieure ou égale à 40 kg/mm<sup>2</sup> qui engendrent une économie sur les transports et la main-d'œuvre. Ils seront complétés par des ronds à très grande limite d'élasticité pour usages spéciaux. L'emploi de ronds de limite d'élasticité inférieure à 40 kg/mm<sup>2</sup> est subordonné à l'accord préalable entre les parties. L'essai de flexion sur barres pour le contrôle de la limite conventionnelle d'élasticité est maintenu comme essai de réception, mais en cas de contestation, seuls font foi les résultats de l'essai de traction d'après la norme A 03-101. Moyennant ces précisions et la modification de quelques valeurs numériques d'après les essais auxquels vont procéder les forges, la Sous-Commission décide de soumettre les deux projets à l'enquête publique. E. 1136 (◇).



**Profils allégés.** *Circ. A. F. N. O. R.* (25 mai 1947), n° 71, p. 4-5. — Les profils allégés font l'objet des projets de normes : Pr A 45-105. Cornières à ailes égales. — Pr A 45-106. Cornières à ailes inégales. — Pr A 45-204. Poutrelles Iap (ailes à faces parallèles). — Pr A 45-255. Profilés en Uap (ailes à faces parallèles). De plus sont à l'étude des projets pour ronds carrés et hexagones pour laminés à chaud, un projet pour feuillards laminés à froid, trois projets pour profilés pliés en L, U et oméga, un projet de norme de feuillards laminés à chaud. E. 924 (◇).

**Bois. Classement d'aspect des bois indigènes (sciages avivés et feuillus durs.** *Circ. A. F. N. O. R.* (25 juin 1947), n° 72. — La Commission a retenu quelques observations faites à l'enquête publique pour les faire insérer dans les normes de classement d'emploi. La classification des feuillus durs, feuillus mi-durs, feuillus tendres amènera sans doute des contestations. L'équivalence des nœuds n'est qu'un classement d'aspect dans lequel 3 nœuds de 10 mm comptent pour 1 nœud de 30 mm. On a combiné pour le classement la plus belle face avec la plus belle rive, prévu une classe sans nœud et restreint l'étendue des choix. Il a été convenu que par : fil droit on entend la direction générale du fil. Les proportions d'aubier admises sont des maxima. La lunure est assimilée à l'aubier. Le grain, le genre de débit, les irrégularités de sciage et les déformations figureront dans d'autres normes. E. 1029 (◇).

**Commission générale des Unités et Symboles.** *Circ. A. F. N. O. R.* (28 juill. 1947), n° 73, p. 4. — La Sous-Commission de travail de la Commission générale des Unités et Symboles s'est réunie deux fois dans le cours du mois. Elle a mis au point un nouveau texte pour le projet de norme X 02-100 intitulé « Avant-propos pour la normalisation des symboles » et elle a

examiné en seconde lecture le projet de norme X 02-101 : Symboles algébriques. E. 1136 (◇).

**La normalisation dans l'industrie des peintures et vernis.** HONNELAIRE; *Cour. norm.* (mai-juin 1947), n° 75, p. 556-563, 10 fig. — Article qui relate d'abord les premiers contacts entre la normalisation et l'industrie et la cause des échecs; puis commente les textes de protection établis de 1935 à 1937 par le Ministère de l'Air. Il expose ensuite les travaux de la Commission des peintures de l'A. F. N. O. R. qui a établi d'abord une norme de technologie, puis commence la publication d'une série de normes d'essais. E. 1134 (◇).

**Normes de peinture.** *Circ. A. F. N. O. R.* (30 nov. 1947), n° 76, 1 p. — Étude des observations recueillies pendant l'enquête publique sur les quatre projets de normes de méthodes d'essais suivantes : Pr T. 30-015; films de vernis et peintures de protection appliqués sur support en métal; essai de résistance à l'abrasion. Pr T. 30-016, films de vernis et peintures de protection appliqués sur support en métal ferreux; essai de dureté pendulaire. Pr T. 30-017, films de vernis et peintures; essai de perméabilité à l'eau par la bille de hêtre. Pr T. 30-018, films de vernis et peintures; essai de perméabilité à la vapeur d'eau. E. 1776 (◇).

**Ascenseurs et monte-charge.** *Circ. A. F. N. O. R.* (31 octobre 1947), n° 75, 1 p. — Dix-neuf projets de normes relatifs aux ascenseurs sont en cours de mise au point. Le projet P 82-201 est relatif aux règles générales de construction et d'installation concernant la sécurité. Les autres concernent les règles d'emploi des câbles d'acier, le calcul des charpentes métalliques et les caractéristiques des ascenseurs et monte-charge normalisés. E. 1703 (◇).

# MANUEL DU BÉTON ARMÉ

---

## DEVIS ET ESTIMATION DES OUVRAGES EN BÉTON ARMÉ

Par **M. G. JAVAY**, Ingénieur E. C. P.

### I. — PRINCIPES GÉNÉRAUX

### II. — SÉRIE DES TEMPS UNITAIRES DE MAIN- D'ŒUVRE, SIMPLES ET COMPOSÉS

### III. — APPLICATION A DES EXEMPLES CONCRETS

L'ensemble des trois fascicules, 88 pages in-4<sup>o</sup> carré. . . 350 fr. (frais d'expédition : 15 fr.)

---

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics a publié, en 1943, 1944 et 1945, trois circulaires rédigées par M. G. JAVAY, Ingénieur E. C. P. et relatives aux devis et estimation des ouvrages en béton armé.

L'intérêt pratique de ces documents a provoqué leur rapide épuisement et la demande a conduit l'Institut Technique à procéder à leur réimpression. Nous rappelons ci-après l'analyse de leur contenu.

La première partie pose les principes généraux du devis d'un ouvrage et les méthodes à employer, ainsi que les évaluations de tous les frais de chantier, frais généraux, bénéfices, aléas, etc...

La seconde partie donne une série de temps unitaires de main-d'œuvre simples qui s'appliquent aux manuten-

tions, installations de chantier, coffrage, ferrailage, fabrication et mise en place du béton, dallages, chapes, enduits, puis de temps composés s'appliquant aux cas se présentant le plus généralement dans les bâtiments industriels et maisons de rapport, les centrales thermiques et hydrauliques, chaufferies, salles de machines, postes de transformation, puis dans les réservoirs, silos, murs de soutènement, abris, ponts, hangars d'avions. On y trouve également des temps relatifs aux échafaudages, battages de pieux et palplanches, moulage de pièces.

La troisième partie est consacrée à des applications à des exemples concrets : un réservoir de 200 m<sup>3</sup> sur pylône et un pont en bowstring de 40 m de portée fondé sur pieux.

Adresser les commandes à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 28, boulevard Raspail, Paris-VII<sup>e</sup>, accompagnées d'un chèque barré libellé à son ordre ou d'un virement à son compte chèques postaux PARIS 1834-66.



# RÈGLES DÉFINISSANT LES EFFETS DE LA NEIGE ET DU VENT SUR LES CONSTRUCTIONS ET ANNEXES

Un vol. in-8° carré, 96 p., 29 fig.	{	Broché.....	250 fr.
		Cartonné.....	275 fr.
		(frais d'expédition 15 fr.)	

Un vol. in-8<sup>o</sup> carré, 16 p. Broché ..... 50 fr.  
(frais d'expédition 8 fr.)

Un vol. in-8<sup>o</sup> carré, 32 p., 27 fig. Broché. .... 100 fr.  
(frais d'expédition 8 fr.)

Un vol. in-8° carré, 104 p., 27 fig.	{	Broché.....	250 fr.
		Cartonné.....	275 fr.
			(frais d'expédition 15 fr.)

Un vol. in-8<sup>o</sup> carré, 96 p., 29 fig.    Cartonné..... 275 fr.  
(frais d'expédition 15 fr.)

Le jeu ..... 50 fr.  
(frais d'expédition 30 fr.)

Le Directeur-Gérant : M. GUÉRIN.

---

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

---

## MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS, N° 1

---

# UN MANUEL FRANÇAIS DE LA CHARPENTE EN BOIS

---

Les normes en vigueur fixant les « Règles d'utilisation du Bois dans les Constructions » comprennent la norme Pr B52-001 relative aux qualités du bois et contraintes admissibles et la norme Pr P21-202 qui groupe les règles générales de calcul des pièces, des assemblages et des systèmes, et les prescriptions concernant les modes d'assemblage.

Le caractère réglementaire de ces documents n'a pas permis d'y inclure quantité de renseignements d'ordre pratique qu'il est cependant nécessaire de fournir aux techniciens de la charpente en bois. Pour répondre à ce besoin l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* a pris l'initiative, en accord d'ailleurs avec l'AFNOR, de rédiger et de publier un manuel d'application dit « Manuel de la Charpente en bois », dans lequel doivent être développés et présentés, sous forme facilement exploitable, les considérations techniques qui ont abouti aux prescriptions des normes et un ensemble de règles pratiques facilitant aux usagers l'utilisation rationnelle du bois. Il s'agit là d'une œuvre qui doit rassembler toutes les données utiles à une profession, et qui n'a pour l'heure aucun équivalent en France.

Ce document facilitera la formation technique des agents d'une profession tenue trop longtemps éloignée des questions théoriques et du calcul. Il s'adressera aussi bien aux jeunes agents d'études, dessinateurs et projecteurs, qu'aux ingénieurs qui, plus souvent orientés vers la construction métallique et le béton armé, ont toutefois à étudier des ouvrages en bois (échafaudages ou cintres). Il s'adressera en même temps à tous les charpentiers du tas. Le Manuel sera donc susceptible d'apporter aux Entreprises et aux Bureaux d'Études une aide précieuse en matière de réalisation de charpente en bois, les possibilités de ce matériau étant encore mal connues de beaucoup de techniciens, malgré son usage immémorial, par suite du manque presque complet d'ouvrages techniques français modernes sur cette question.

A titre d'indication nous donnons un rapide aperçu de la table des matières de cet ouvrage. Dans un chapitre on étudiera les qualités générales du bois, ses propriétés physiques et mécaniques, ses qualités technologiques. Un autre chapitre sera consacré à l'application au bois des règles de la résistance des matériaux et à l'étude de ses résistances mécaniques aux diverses sollicitations. Une étude générale sur la stabilité des constructions, le calcul des systèmes constructifs (poutres pleines, poutres composées, systèmes triangulés, arcs, portiques, fermes) et la conduite des calculs (avec exemples d'application) feront l'objet d'un troisième chapitre.



Dans des chapitres spéciaux, on étudiera les assemblages utilisés en charpente et les procédés de réalisation pratique de tous les types de charpentes (charpentes traditionnelles, ouvrages à grande portée). Une série d'autres chapitres sera consacrée à l'exploitation forestière, au séchage, à la conservation des bois et à leur résistance au feu, à l'étude des machines et de l'outillage utilisés dans un grand atelier de charpente, au trait de charpente en général (avec application particulière aux combles et aux escaliers), aux appareils de montage et de levage, enfin aux règlements que doit connaître tout charpentier.

Un programme d'une telle ampleur ne pouvait être l'œuvre d'un seul. La rédaction du Manuel a été confiée à un Comité de spécialistes qui, en collaboration, sont actuellement en train de travailler aux chapitres de leur spécialité. Des représentants des Chambres syndicales des Entrepreneurs de Charpente et Menuiserie, du Laboratoire de l'Institut National du Bois, du Service des Ouvrages d'Art de la S. N. C. F., des Ingénieurs spécialisés dans le calcul des ouvrages en bois, ont apporté leur concours à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics pour la réalisation de ce programme.

Étant donné qu'il s'agit d'un travail de longue haleine et qu'il est désirable que celui-ci puisse être mis le plus rapidement possible entre les mains des intéressés, il a été décidé qu'au fur et à mesure de leur mise au point, les différents chapitres feront l'objet de fascicules des *Annales de l'Institut Technique* groupés dans une série spéciale.

L'ensemble une fois terminé sera repris, classé et assemblé dans une seule publication d'un usage facile et pratique pour les Bureaux d'Études. Ce procédé présentera l'avantage de nous permettre de tenir compte, éventuellement, dans la publication définitive, des observations qui pourront être formulées par les personnes intéressées.

Les Membres du Centre d'Études Supérieures recevront sous peu la première circulaire de cette série, relative aux cintres en bois pour la construction des ouvrages d'art, rédigée par M. DUHOUX, chef d'Études à la Division des Ouvrages d'Art, sous la direction de M. VALLETTE, ingénieur principal au Service Technique des Installations Fixes de la S. N. C. F.

D'autres fascicules sont actuellement en voie de préparation et paraîtront prochainement.

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS, N° 2

LES CINTRES EN BOIS  
POUR OUVRAGES D'ARTPAR **M. DUHOUX**, CHEF D'ÉTUDES A LA S. N. C. F.,SOUS LA DIRECTION DE **M. VALLETTE**, INGÉNIEUR PRINCIPAL,

CHEF DE LA DIVISION CENTRALE DES OUVRAGES D'ART DU SERVICE TECHNIQUE DES INSTALLATIONS FIXES DE LA S. N. C. F.

## AVANT-PROPOS

Le texte présenté a été annoncé par le fascicule n° 1 et mis au point avec le concours de la commission de rédaction du *Manuel de la Charpente en bois*.

Il a pour but de rendre aussi facile que possible aux projeteurs l'étude des cintres. Cette étude est souvent négligée, des détails essentiels étant laissés à l'initiative du chantier, ceci au préjudice de l'économie de matière et parfois de la sécurité.

Il est indispensable d'étudier complètement les cintres au bureau, de les calculer avec soin en fonction de leurs conditions d'emploi et d'établir des dessins d'exécution complets sans omettre le moindre assemblage, si l'on veut construire économiquement tout en facilitant la tâche du chantier.

On trouvera dans le présent fascicule des exemples concrets de cintres, de calculs simples et de nombreux croquis et dessins de détail comportant l'application des types d'assemblages les plus modernes. L'expérience montre en effet que ce genre de documentation est ce qui convient le mieux aux agents d'étude lorsqu'ils recherchent une solution à un problème pratique posé.

Les cintres présentés ont tous été exécutés et ont donné satisfaction.

Nous remercions vivement les Établissements BOUSSIRON, COIGNET, DESCHIRON, LIMOUSIN, S. A. C. I. T. A., VANDEWALLE, d'avoir bien voulu, en nous autorisant à reproduire les dessins de ces cintres, contribuer aussi largement à documenter le lecteur.

Nous remercions de même tous ceux qui, dans les entreprises, au sein de l'*Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, et à la S. N. C. F., ont participé à la mise au net des dessins et nous ont aidés à réunir la documentation présentée.



**SOMMAIRE**

**I. — GÉNÉRALITÉS.**

	Pages
1° Définition.....	3
2° Matériaux :	
a) Bois, nature, essence.....	3
b) Équarrissage.....	3
c) Emploi de l'acier.....	3
3° Désignation des pièces d'un cintre :	
a) Couchis et platelage.....	3
b) Vaux.....	4
c) Arbalétriers.....	4
d) Poinçons.....	4
e) Moises.....	4
f) Entraits.....	4
g) Rayons et contrefiches.....	4
h) Contreventements.....	4
i) Appuis.....	5
4° Assemblages traditionnels, boulonnés, cloués, avec noyau ciment, avec plaques de serrage, etc.....	5
5° Principaux types de cintres :	
a) Cintres fixes.....	5
b) Cintres retroussés.....	6
6° Choix du type de cintre : éléments dont dépend ce choix : appuis, tracé, charges, phases d'exécution.....	8

**II. — DESCRIPTION ET DESSINS DE DÉTAIL DE QUELQUES TYPES DE CINTRES.**

a) Cintre fixe. Pont du Mée S. N. C. F.....	9
b) Cintre retroussé de 25 m (Pompadour).....	9
c) Cintre retroussé de 20 m en bois du commerce.....	9
d) Cintre cloué de 8 m.....	9
e) Cintre à poutres à treillis (sur la Seine, près Melun).....	9
f) Cintre à poutres à treillis (sur le Rhône, à Tarascon).....	9
g) Cintre à poutres à treillis (Neuilly-sur-Marne).....	9
h) Cintre à 3 articulations (Maisons-Laffitte).....	10
i) Cintre à 2 articulations (Longeray).....	10
j) Cintres de types divers. Références.....	10

**III. — CALCUL DES CINTRES.**

	Pages
1° Charges supportées par le cintre.	
a) Suivant inclinaison de la douelle.....	11
b) Suivant le mode d'exécution :	
Voûtes en maçonnerie ou en béton.....	12
Voûtes ou arcs en béton armé évidés.....	12
Poutres en béton armé.....	12
2° Espacement des fermes.....	12
3° Tracé des fermes.....	12
4° Calcul du platelage.....	13
5° Calcul du couchis.....	13
6° Calcul des vaux ou sous-vaux.....	14
7° Calcul des rayons, contrefiches, poteaux. Exemple de calcul d'un cintre fixe en éventail.....	14
8° Calcul des systèmes triangulés (cintres retroussés). Epures de Crémone.....	17
9° Calcul des assemblages types.	
a) Assemblage vaux-rayons.....	23
b) Assemblage base des rayons.....	23
c) Assemblage entrails, treillis, etc.....	24
10° Calcul des contreventements.....	24
11° Déformation des cintres. Contreflèche à donner.....	26

**IV. — DISPOSITIFS SPÉCIAUX.**

1° Support provisoire des joints secs et voussoirs.....	27
2° Procédés de décintrement.....	27

**V. — PROCÉDÉS DE MISE EN PLACE DES CINTRES.....**

29

**VI. — INCIDENTS ET ACCIDENTS SURVENUS AU COURS DU MONTAGE OU D'UTILISATION DE CINTRES. PRÉCAUTIONS À PRENDRE.....**

30

**VII. — DOCUMENTATION ET RENSEIGNEMENTS NUMÉRIQUES.**

a) Tableau donnant les charges normales à la douelle d'après SÉJOURNÉ.....	31
b) Tableau donnant les caractéristiques de quelques types de cintres, le cube de bois et le poids d'aciers mis en œuvre par mètre carré de douelle.....	32-33
c) Règles pratiques d'avant-projet donnant le cube de bois et le poids d'aciers à prévoir pour les cintres fixes et les cintres retroussés : règles SÉJOURNÉ, règles nouvelles.....	34
d) Bibliographie.....	36

Abréviations utilisées dans le cours du fascicule et sur le tableau b.

G. C. : Génie Civil.  
S. B. Z. : Schweizerische Bauzeitung.  
T : Revue Travaux.  
S. : (SÉJOURNÉ, Grandes voûtes).  
Ann. : Fascicule annexe.

# I. — GÉNÉRALITÉS

## 1<sup>o</sup> Définition.

On appelle cintre la charpente supportant un ouvrage à intrados curviligne pendant sa construction (ouvrage en maçonnerie, béton ou béton armé).

## 2<sup>o</sup> Matériaux utilisés.

Comme il s'agit d'ouvrages provisoires, on utilise le plus souvent le bois.

a) Les essences qui conviennent sont : le *chêne* pour les pièces recevant des compressions de flanc importantes, l'*épicéa*, le *pin maritime*, le *pin sylvestre* et le *sapin*. Ces diverses essences figurent à la norme B 52 001 et donnent toute garantie de tenue sans qu'il soit nécessaire de procéder à des essais. Ces bois pourront appartenir à des catégories différentes. On affectera, à chaque essence et à chaque catégorie, la place qui lui convient dans la construction suivant les contraintes admissibles qui lui sont applicables.

Le *châtaignier* et le *hêtre* pourraient être employés pour les pièces courtes après accord avec le maître de l'œuvre, mais suivant contraintes à déterminer après essais.

Le *pin d'Autriche* et le *peuplier* sont à exclure.

## b) Les équarrissages.

Tous les cintres doivent être exécutés avec les bois de dimensions courantes, madriers, bastaings et planches (1). La tendance actuelle est de n'avoir recours qu'exceptionnellement aux gros échantillons. Toutefois, ceux-ci pourront être utilisés si le débitage est effectué pour un seul chantier et si le type de ferme et d'assemblages l'exigent (exemple : embrèvements pleins). Notons en passant que l'épaisseur limite supérieure des pièces à employer en charpente clouée est 8 cm.

## c) Emploi de l'acier.

L'acier s'emploie en tirants et treillis tendus et pour :

- boulons et rondelles;
- clameaux;
- clous;

— plaques d'éclissage et de serrage, crampons, anneaux, etc.

## 3<sup>o</sup> Désignation des pièces d'un cintre.

### a) Couchis et platelage.

Les couchis sont les pièces transversales portant d'une ferme à l'autre. Le platelage est le plancher portant sur les couchis et recevant directement la maçonnerie.

Plusieurs combinaisons sont possibles suivant tableau synoptique ci-après (fig. 1). Le choix dépend de la distance entre fermes, du degré de courbure de l'intrados, du désir de créer ou non un treillis de contreventement, de l'aspect que l'on veut obtenir en douelle (si elle est en béton on préfère souvent avoir les traces des joints de planches suivant les génératrices de l'intrados).

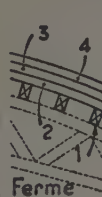
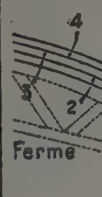
	des fermes	Direction				La solution convient				Observations		
		1 des couchis	2 du 1 <sup>er</sup> lit de platelage (ou couchis jointif)	3 du 2 <sup>e</sup> lit de platelage	4 du 3 <sup>e</sup> lit de platelage	repérage des solutions	pour courbure accentuée	si l'on désire joints de planches suivant génératrices	si l'on désire constituer un treillis multiple horizontal de contreventement		les 3 conditions ci-dessus	solutions les plus courantes
 Ferme	1	—	—	—	—	a					X	Attention à la courbure pour 2
	2	—	—	—	—	b						Attention à la courbure pour 2
	3	—	—	—	—	c						
	4	—	—	—	—	d						
	5	—	—	—	—	e						
	6	—	—	—	—	f				●	X	(solution type) 2 est seul portant
	7	—	—	—	—	g						solutions favorables pour les grands cintres car le contreventement est symétrique
	8	—	—	—	—	h				●		
 Ferme	9	—	—	—	—	i					X	solution type (couchis jointif)
	10	—	—	—	—	j						
	11	—	—	—	—	k						
	12	—	—	—	—	l						
	13	—	—	—	—	m				●	X	solution type
	14	—	—	—	—	n					X	solutions favorables pour les grands cintres car le contreventement est symétrique
	15	—	—	—	—	o				●		
	16	—	—	—	—							

FIG. 1. — Tableau synoptique pour le choix de l'orientation des couchis et platelages.

(1) Voir NF B53 002, NF B53 004. Equarrissage des bois du commerce.



Les solutions de base les plus courantes sont :

- couchis et platelage simple (fig. 2) (solution a du tableau);
- couchis et platelage double dont un lit à 45° (f);
- couchis jointif simple (fig. 3) (solution i du tableau);

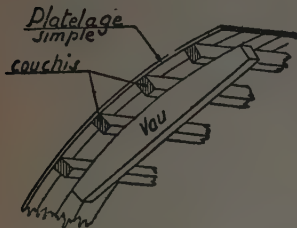


FIG. 2.

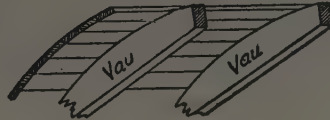


FIG. 3. — Couchis jointif.

- platelage double formant couchis dont un lit à 45° (m);

- platelage double croisé à 45° (n du tableau) (fig. 4).

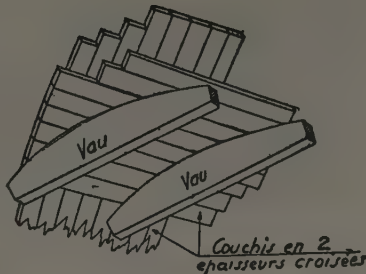


FIG. 4.

Le plancher ainsi obtenu sert au traçage des bandeaux, lignes de voussoirs, etc., avant toute exécution de maçonnerie.

#### b) Vaux et sous-vaux.

Les vaux sont des pièces délardées suivant la courbure de l'intrados. Ils reposent sur les sous-vaux qui, seuls, contribuent à la résistance. Parfois on peut associer le vau et le sous-vau, mais seulement si leur section est comparable (exemple, fig. 5 et 6). Les vaux seuls suffisent souvent, si les charges sont faibles et si la courbe n'est pas trop prononcée (exemple fig. 7). Dans ce dernier cas, il faut, en effet, que la hauteur, en bout, permette l'assemblage du vau et sa résistance à l'effort tranchant.

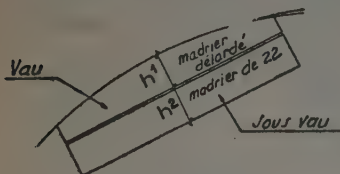


FIG. 5.  
Vau et sous-vau associés  $h^1 = h^2$ .

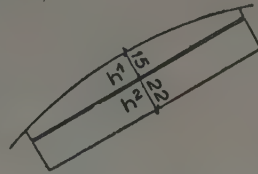


FIG. 6. — Sous-vau considéré seul comme pièce portante  $h^1 < h^2$ .

Les vaux et sous-vaux ont des longueurs comprises entre 1,20 m et 2,50 m, rarement plus. Cette longueur est déterminée en fonction de la courbure et de la possibilité de les débiter dans un bois de section com-

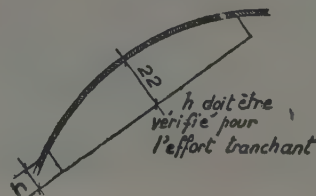


FIG. 7. — Vau seul.

merciale donnée. Elle constitue le module qui situe les nœuds de charge en même temps que le sommet des mailles du cintre. C'est le point de départ dans la recherche du meilleur schéma à adopter.

#### c) Arbalétriers.

On désigne ainsi les pièces comprimées obliques qui transmettent les charges directement vers les appuis (voir fig. 8).

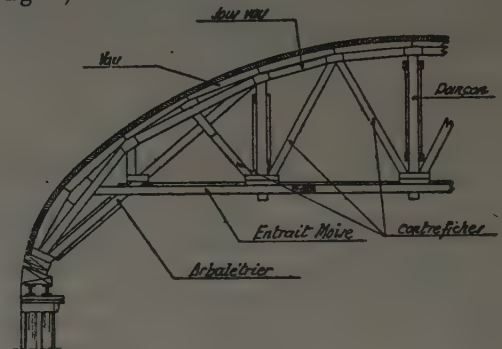


FIG. 8.

#### d) Poinçons.

Ce sont des pièces verticales ou plus généralement des pièces reliant l'arbalétrier à l'entrait.

#### e) Moises.

Pièces jumelées reliant différentes parties d'un cintre en les enserrant. Elles sont horizontales ou obliques, pendantes ou verticales (plus rarement).

#### f) Entraits.

On appelle ainsi les pièces généralement horizontales s'opposant soit à l'écartement des arbalétriers (cas d'une charge à la clé par exemple), soit, au contraire, au resserrement de la ferme (force horizontale vers les retombées). Les entrails sont souvent constitués par des moises.

#### g) Rayons et contrefiches.

Dans les cintres fixes, les rayons sont les pièces dirigées suivant la normale à la douelle et transmettant directement les charges aux appuis. Par extension, on continue à appeler rayons toutes les pièces de direction peu inclinée ou même verticale qui conduisent vers les appuis les charges amenées par les vaux.

Les contrefiches sont les pièces comprimées obliques ayant un rôle analogue, c'est-à-dire reportant les charges vers un entrait, la base d'un poinçon ou, en général, vers un nœud.

#### h) Contreventements.

La ferme proprement dite est constituée et calculée pour être rigide dans son plan vertical. L'ensemble des fermes mises côte à côte doit, en outre, former un tout indéformable pouvant résister, notamment dans le sens transversal, à des forces horizontales éventuelles, et en particulier au vent. Les contreventements sont les pièces qui contribuent à cette rigidité d'ensemble en même temps qu'elles réduisent la longueur libre des barres longues pour qu'elles ne flambent pas.

Les contreventements ont une importance primordiale. Le paragraphe n° 10 du chapitre III (p. 24) y est consacré spécialement.

Les pièces horizontales du contreventement sont appelées liens, les pièces obliques liernes ou plus souvent diagonales. Elles doivent former entre elles des mailles triangulaires et être distribuées suivant un schéma complet et bien conçu qui reporte tout effort horizontal accidentel vers les appuis.

Trop souvent l'étude des contreventements est négligée. L'initiative de leur réalisation est laissée à tort au chantier et il en résulte parfois une surabondance de bois qui n'exclut nullement les risques.

Les efforts transmis par les contreventements étant faibles, les barres qui les constituent sont de section réduite (planches ou bastaings). On les fixe par clous ou boulons.

#### i) Appuis, semelles, palées.

Les pièces d'appui du cintre sont constituées par des semelles de bois dur de forte section, choisies pour résister aux efforts de flanc. Les coins, également en bois dur, interposés entre les semelles sous fermes et les chapeaux de palées, permettent le réglage et le décintrement ultérieur. Pour les grands cintres (au-dessus de 10 à 15 m) les coins peuvent être remplacés par des boîtes à sable (voir p. 27). Les cintres peuvent s'appuyer directement sur le sol par l'intermédiaire de longrines de répartition et d'un platelage en bois (ouvrage bas). Sinon, ils sont supportés par des groupes de poteaux en bois reliés entre eux et contreventés, constituant des palées. Dans le cas de charges très fortes les poteaux peuvent être constitués chacun par deux ou plusieurs pièces jumelées (grumes ou bois équarris).

En rivière, ou si le sol résistant est en profondeur, les appuis des cintres sont constitués par des pieux battus.

D'une façon générale, les palées, pieux, semelles en bois ou en béton, destinés à reporter sur le sol les charges des cintres, sont traités comme tous les ouvrages analogues en fonction des charges à supporter et des efforts horizontaux possibles : vent, courants, poussées.

Signalons enfin que les appuis de cintres sont parfois constitués par des corbeaux métalliques en rails I ou U, scellés dans la maçonnerie, ou encore par des corbeaux en béton armé.

#### 4° Assemblages.

On rencontre dans les cintres tous les types d'assemblages (voir norme NF P 21-202).

Les assemblages anciens à tenons, emboîtements et embrèvements sont abandonnés de plus en plus, car ils exigent une main-d'œuvre coûteuse et doivent, pour être efficaces, être très bien exécutés. Ils convenaient aux types de cintres en gros échantillons. On les complétait par des brides, ceintures et boulons.

Les assemblages boulonnés avec couvre-joints en bois ou goussets et couvre-joints métalliques sont les plus courants; ils permettent l'utilisation des bois du commerce (madriers, bastaings) groupés à la demande. Des

recouvrements et joints décalés permettent de constituer des pièces tendues de grande longueur. Dans les nœuds, des entailles et épaulements simples complètent, au besoin, l'efficacité des boulons.

Les assemblages cloués, qui ne nécessitent pas de main-d'œuvre spécialisée, sont en grande faveur. Là, les bois à utiliser sont, de préférence, des planches, mais aussi des bastaings et des madriers de 8 cm d'épaisseur au plus. L'inconvénient est qu'une réutilisation des bois est rendue difficile <sup>(1)</sup> par les difficultés d'arrachage des clous (si l'on utilisait des clous à deux têtes cet arrachage serait facilité).

Les assemblages avec butée sur noyau de ciment et goussets de serrage métalliques, préconisés par M. CAQUOT, sont très faciles à exécuter. Ici, le ciment assure la transmission parfaite des compressions d'une pièce de bois à l'autre (fig. 70 et 72).

Les assemblages par frottement (art. 13 de la norme) ne sont efficaces qu'à la condition d'une surveillance suivie et d'un resserrage fréquent et judicieux des boulons. C'est une sujétion parfois gênante.

On peut citer enfin, les assemblages par goujons, par anneaux et les assemblages collés, peu répandus encore dans la construction des cintres (le chap. IV du Manuel traitera de tous ces types d'assemblage).

#### 5° Principaux types de cintres.

##### a) CINTRES FIXES EN ÉVENTAIL.

On a coutume d'appeler cintres fixes ceux dont les charges se reportent directement sur le sol en autant de points d'appui que l'on veut. Comme les efforts transmis au cintre par les maçonneries sont verticaux ou normaux à la douelle, le plus simple est donc de conduire les efforts au sol par des pièces rayonnantes partant de l'extrémité des vaux, puis par des pièces verticales.

Le type de cintre le plus simple est avec poteaux seuls (fig. 9) ou à rayons seuls (fig. 10 et 11).



FIG. 9. — Poteaux seuls.



FIG. 10 et 11. — Rayons seuls.

Pour réduire le nombre d'appuis sur le sol, si la hauteur est grande, on reporte la charge de plusieurs rayons

<sup>(1)</sup> On compte généralement sur une récupération de 30 % au plus.



sur un seul poteau par l'intermédiaire de pièces obliques (fig. 12 et 13).

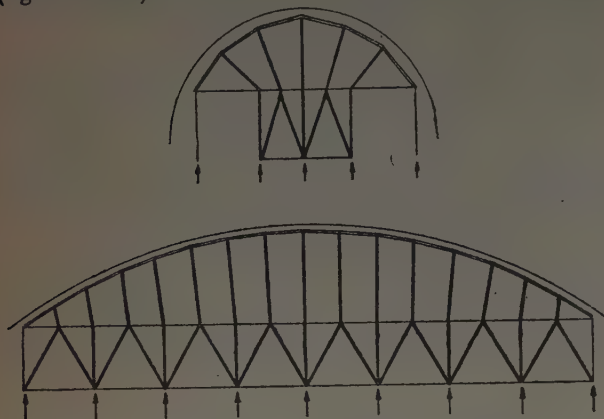


FIG. 12 et 13. — Rayons avec poteaux en nombre réduit.

Partant de la douelle, on peut recevoir les charges par des rayons et contre-fiches figurant des triangles, mais il n'est pas nécessaire que les rayons soient normaux à la douelle (fig. 14 à 18).

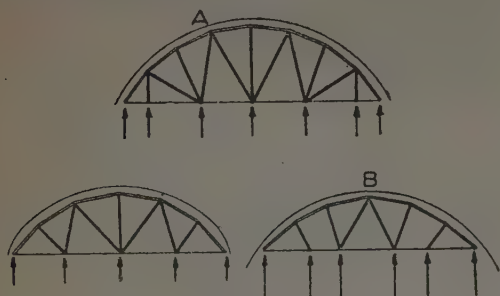


FIG. 14, 15 et 16. — Rayons et contre-fiches en triangle.

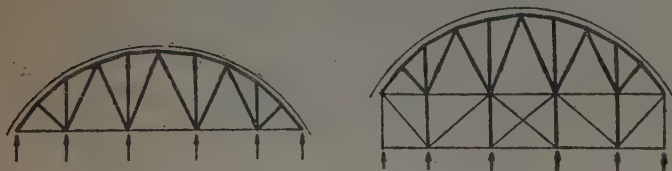


FIG. 17.

FIG. 18.

D'une manière générale, il suffit de former des triangles avec des poteaux, des rayons et des contre-fiches peu inclinés sur la verticale (fig. 19-20).

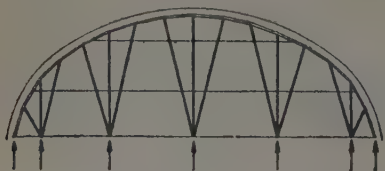


FIG. 19. — Rayons et contre-fiches isolés à un étage.

Si la montée est grande et le cintre important, on peut le tracer en dessinant des treillis à deux étages ou plus (fig. 21).

On peut encore soutenir une sorte de treillis continu sous douelle par un, deux ou plusieurs faisceaux de rayons (fig. 22).

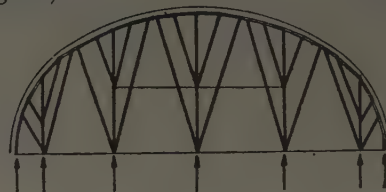


FIG. 20. — Rayons et contre-fiches isolés à deux étages.

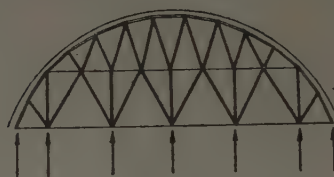


FIG. 21. — Treillis à deux étages.



FIG. 22.

Dans le choix des cintres fixes, les principaux facteurs ci-après interviennent :

- la longueur des vaux;
- le nombre d'appuis possible pour ne pas avoir de pièces trop inclinées, compte tenu de la montée, de la nature du sol ou des passages à réserver entre poteaux.

#### b) CINTRES RETROUSSÉS.

On appelle ainsi ceux établis avec un nombre de points d'appuis réduit réservant un passage libre important. Les exemples les plus courants sont figurés ci-après.

##### 1. Cintres à arbalétriers.

Dans ce type, qui était anciennement le plus courant, on juxtapose des mailles triangulaires dont la plus grande base est constituée par un arbalétrier.

Avec deux vaux pour une demi-voûte, on a le schéma (fig. 23).

Avec trois vaux par demi-voûte, celui de la figure 24, pouvant convenir de 15 à 25 m. (En butant les appuis et en considérant les vaux comme voûte-porteuse, on est conduit au système plus avantageux du paragraphe 3 ci-après.)

Pour les grands cintres, on peut disposer les arbalétriers de façon à dessiner des trapèzes superposés  $abcd$ ,  $ab'c'd$  (fig. 25), ou les grouper par paires concourant au même point de la douelle (fig. 26).

Ces deux derniers schémas conduisent à des mailles surabondantes, les nœuds de retombées sont difficiles à aménager (nombreuses barres concourantes); ils ont rarement été utilisés.

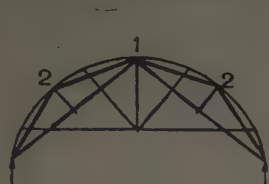


FIG. 23.

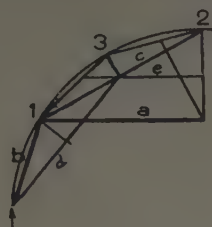


FIG. 24.

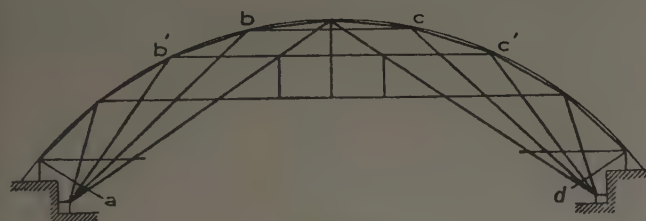


FIG. 25.



FIG. 26.

## 2. Cintre à système porteur principal constitué par les vaux (fig. 27-28).

C'est un type dérivé de celui des figures 23 et 24, mais ici un calcul judicieux permet d'utiliser au maximum la capacité de résistance des vaux.

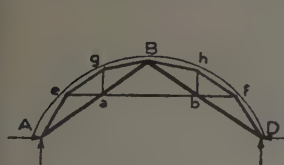


FIG. 27.

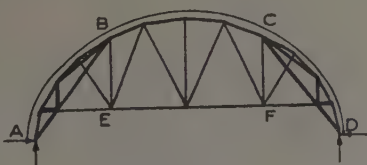


FIG. 28.

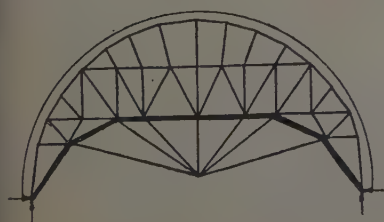


FIG. 29.



FIG. 30.

## 3. Cintre à système porteur indépendant des vaux (fig. 29-30).

C'est le cintre à arc brisé sous-tendu et à rayons en éventail préconisé par SÉJOURNÉ.

## 4. Cintres où le système porteur est constitué par des poutres de divers types.



FIG. 31. — Treillis simple.



FIG. 32. — Treillis simple.

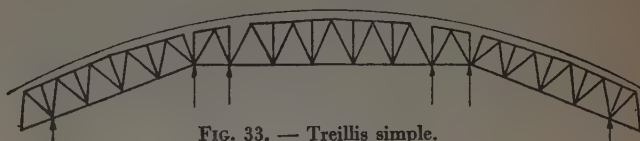


FIG. 33. — Treillis simple.



FIG. 34. — Treillis double.

Poutres horizontales ou inclinées (fig. 33), poutres combinées avec des parties latérales à poteaux et contrefiches, établies suivant les mêmes principes que les cintres fixes (fig. 35).



FIG. 35. — Poutre combinée avec parties latérales, poteaux et contrefiches.

## 5. Cintres articulés, calculés et constitués pour former de véritables arcs.

— à trois articulations. — Les deux parties peuvent être montées séparément suivant la verticale, puis rabattues (fig. 36).



[FIG. 36. — Arc à trois articulations.



— à deux articulations. — Pouvant être montés comme ci-dessus, puis raccordés à la clé (fig. 37).

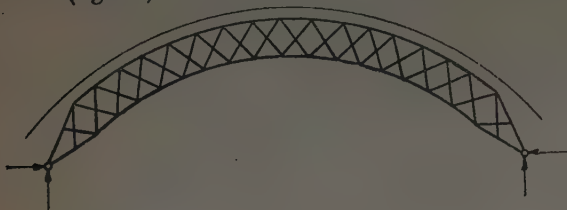


FIG. 37. — Arc à deux articulations.

On établit rarement des cintres encastrés en raison de leur trop grande indétermination et parce que les efforts sont concentrés dans les membrures supérieures.

#### 6° Choix du type de cintre.

Ce choix dépend des données principales suivantes :

1. *L'emplacement possible pour les appuis*, compte tenu des gabarits à réserver : passes marinières, passages publics, halages, cotes de hautes eaux ou de crues possibles.

2. *La nature des appuis* : sol naturel de capacité de résistance donnée, ouvrages déjà exécutés avant la construction des cintres (piles avec corbeaux possibles, redans de fondations, fondations d'ouvrages anciens).

Si ces appuis peuvent recevoir des poussées, le cintre sera calculé comme voûte et coûtera moins cher que s'il est calculé comme poutre avec réaction d'appui verticale.

3. *Le tracé de l'intrados.*

4. *Les charges à supporter* : Le prix du cintre varie à peu près comme le carré de la portée et comme la charge du rouleau. Il faut donc réduire cette charge le plus possible (voir chap. III).

C'est ce que l'on fait de plus en plus, car la qualité des liants actuels le permet.

Ces liants font prise rapidement et un premier rouleau de faible section peut porter facilement le reste de la construction (le cintre n'a à porter parfois que le  $\frac{1}{4}$  seulement de la voûte totale).

Autrefois, les liants n'avaient qu'une résistance faible et une prise très lente (voir exemple du pont de Neuilly, p. 27). Les cintres étaient prévus avec des sections surabondantes.

*La technique moderne veut donc que l'étude d'un cintre (et surtout l'étude d'un grand cintre) soit faite en parfaite corrélation avec celle de l'ouvrage lui-même.*

La distribution de la charge en cours d'exécution est également primordiale : chargement symétrique avec ordre imposé d'exécution des voussoirs (voir chapitre relatif au calcul des cintres).

#### 5. Les phases d'exécution.

*Travée unique.* — Si on peut la construire en plusieurs tranches successives, un cintre retroussé déplacé par translation conviendra. Si on la construit en une seule phase et si les appuis sont possibles, il se peut, au contraire, qu'un cintre fixe soit préférable.

*Travées multiples.* — Le nombre de jeux de cintres dépendra de la résistance possible des appuis aux efforts horizontaux et de la rapidité voulue pour l'exécution. On peut échelonner l'exécution de façon à utiliser un, deux, trois, quatre ou cinq jeux de cintres. Voir exemples de constructions avec quatre jeux de cintres (fig. 38) et avec cinq jeux de cintres (fig. 39).



FIG. 38.



FIG. 39.

## II. — DESCRIPTION DE QUELQUES TYPES DE CINTRES

- a) **Cintre fixe. Cintre du pont du Mée sur la Seine** (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Entreprise DESCHIRON (Ann., p. 3 à 5).

C'est un cintre à rayons, conçu pour supporter un premier rouleau de voûte de 0,80 m d'épaisseur environ (schéma de la figure 19). Les rayons, contre-fiches et poteaux en sont les pièces maîtresses. Elles sont uniquement comprimées. Les trois lits de moises horizontales et les liaisons obliques s'opposent à leur flambement. Les moises inférieures jouent le rôle important d'entrain pour maintenir l'écartement des nœuds sur les boîtes à sable et équilibrer l'inégalité des composantes horizontales des forces obliques transmises par les rayons et contrefiches. Les cintres sont portés par des palées sur pieux en bois.

Les cintres fixes sont de construction facile. Les calculs en sont très simples. Ils tassent peu. Les bois restent de grande longueur et sont récupérables. On peut facilement utiliser le bois en grume.

- b) **Cintre retroussé de 25 m pour plein cintre. Viaduc de Pompadour (1873-1875)** (Ann., p. 2).

C'est le type classique ancien pour voûte en plein cintre. De 4 à 16 m on prévoyait deux vaux et l'arbalétrier (fig. 23); de 16 à 25 et 30 m, trois vaux et deux arbalétriers (fig. 24). Remarquer les grosses sections des bois et les brides en fer forgé que nous remplaçons aujourd'hui par des plats ou des goussets.

- c) **Cintre retroussé de 20 m en bois du commerce** (type S. N. C. F.).

Ici le système porteur principal est constitué par les vaux considérés comme formant voûte. La triangulation n'intervient que sous les charges dissymétriques éventuelles ou sous les moments dus aux charges concentrées. On obtient ainsi beaucoup de légèreté (fig. 28 et Ann., p. 8 et 9).

- d) **Cintre cloué de 8 m** (S. N. C. F.).

Type utilisé pour la reconstruction de 1945. Il est prévu d'une seule pièce ou en deux éléments avec entrain démontable permettant un encombrement moindre pendant les transports et les réutilisations successives. Il est prévu pour supporter un premier rouleau de 0,50 m d'épaisseur (fig. 27, et Ann., p. 6 et 7).

Le même type existe pour 3-4 et 6 m et il peut s'adapter jusqu'à 12 m et plus.

- e) **Cintre à poutres à treillis. Pont sur la Seine près de Melun** (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Entreprise BOUSSIRON (fig. 42, Ann., p. 10 à 13).

Ce cintre retroussé, de 40 m de portée, supportait une partie seulement des arcs en béton armé (douelle et nervure verticales à l'exclusion de la dalle d'extrados). Les barres tendues sont en aciers ronds, système très rationnel. Dans les nœuds la butée se fait sur un noyau de béton (fig. 72), ce qui simplifie beaucoup l'exécution de l'assemblage.

- f) **Cintre du viaduc sur le Rhône à Tarascon** (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Établissements E. COIGNET. Poutres à treillis avec barres tendues en acier (Ann., p. 14 à 19).

Les cintres s'appuient sur des poutres-chevêtres reposant sur des massifs sur pieux battus de part et d'autre des tabliers en fonte effondrés. Ces massifs portent en même temps les supports métalliques des tabliers de la voie provisoire en service. Ils supportent aussi les butons en béton armé établis en tout premier lieu et qui résistent, tant que les nouveaux arcs ne sont pas reconstruits, à la poussée des arches en fonte adjacentes non détruites.

Remarquer que, dans ce cintre, il n'est utilisé que des bois du commerce. Les nœuds, très étudiés, sont d'exécution facile. Des goussets métalliques ont été prévus en certains points comme renforcement supplémentaire, mais ils n'interviennent pas dans les calculs. Après construction de l'ouvrage pour une voie, les cintres seront déplacés pour construire l'autre moitié après dépose des tabliers provisoires.

- g) **Cintre du pont de Neuilly-sur-Marne** (S. N. C. F. Reconstruction 1946). Constructeurs S. A. C. I. T. A. (Ann. p. 20 à 23).

Les poutres à treillis multiples en bois assemblés par frottement, ont des membrures métalliques constituées par des éléments de poutrelles I de 280, soudées bout à bout. Le poids d'une poutre centrale de 28 m de longueur était de 13 t. La mise en place a été facile, car on disposait du pont provisoire voisin. Les poutres exécutées en gare étaient amenées verticalement sur wagon, saisies par deux grues postées sur la voie voisine et descendues en place (Pour la manœuvre, voie interceptée pendant 1 h pour chaque poutre).



h) Cintre à trois articulations. Arche en maçonnerie du viaduc de Maisons-Laffitte. (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Entreprise VANDEWALLE (Ann., p. 24 et 25).

Remarquer ici que le platelage est en deux couches dont l'une est à 45° et s'associe aux contreventements horizontaux pour la résistance au vent. On a ainsi une poutre à treillis multiples ayant la portée du cintre (29,68 m) et une distance de 4 m entre membrures.

Le cintre à trois articulations a des avantages : simplicité de calcul (système isostatique), facilité de mise en place par rabattement et, dans ce cas, simplicité de la liaison à la clé. Mais on lui préfère souvent le type à deux articulations (i, ci-dessous) bien que le raccord de la clé exige plus de précision dans l'exécution. En effet, on peut avoir besoin là (pour les grandes portées surtout) d'une forte section résistant bien au moment de flexion horizontal dû au vent (moment  $M_h$ , fig. 80).

i) Cintre à deux articulations du viaduc de Longeray (S. N. C. F. Reconstruction 1942). Entreprise LIMOUSIN. Portée 54 m, montée 44 m (Ann., p. 26 à 31).

Il a été construit uniquement avec les échantillons de bois du commerce, madriers et bastaings. Les pièces sont assemblées en majeure partie par clous. Il a été monté contre les piles, puis rabattu. Chaque élément de ferme, de poids réduit, était descendu par transporteur aérien et assemblé verticalement. Les piles comportaient un repérage permettant la grande précision nécessaire dans un tel système de montage.

Remarquer l'élégance de la manœuvre de mise en place. Chaque demi-cintre pesait 120 t et était monté avec son centre de gravité légèrement en arrière de la rotule vers la pile. L'amorce du mouvement fut déclenchée par vérins horizontaux prenant appui contre la pile. Dès que le centre de gravité dépassa l'appui, les câbles de retenue entrèrent en jeu.

Les câbles de réglage destinés à rectifier la position de la clé pour amener en regard les deux faces à assembler n'eurent pas à intervenir, l'opération ayant réussi avec toute la précision requise.

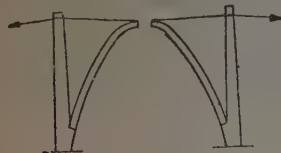


FIG. 40.



FIG. 41.

Ce cintre et son système de mise en place sont devenus classiques. Noter que la grande montée était ici favorable (fig. 40). Dans un arc plus surbaissé, il faudrait prendre garde à l'importance de l'effort à tenir par les câbles dans la position voisine de l'arrivée (fig. 41).

j) Cintres de types divers et références.

Quelques grands cintres, remarquables, de construction récente, méritent d'être signalés.

Cintre du pont de Plougastel, sur l'Ellorn (M. FREYSINET), pont de la Caille (cintre encastré), pont du Sautet, pont de Ponsonnas (articulés) (voir revue Travaux de décembre 1941).

Cintre du pont de la Coudette, sur le Gave de Pau (entreprise BOUSSIRON). L'ouvrage est un bow-string à liaisons triangulées de 111 m de portée (revue Travaux, mars 1944). Le cintre formait un arc à trois articulations dont la poussée sous poids propre était d'abord équilibrée par les culées définitives (fig. 42). En lui associant ensuite les aciers nus du tirant du bow-string, on lui a fait porter un premier arc en béton armé fretté (1) qui a lui-même permis le bétonnage des deux rouleaux suivants (2) et (3).

Cintre du pont de Nogent-sur-Marne (S. N. C. F., entreprise LIMOUSIN), portée 72 m (deux articulations), charpente clouée, de même type que celui de Longeray (Génie Civil, 1er mai 1947).

Cintre du pont de Saint-Hilaire-Saint-Nazaire (Drôme). C'est un cintre formant arc encastré en charpente clouée (entreprise COIGNET) de 103 m de portée (voir Ann., p. 32) (1).

Cintre en arc à membrures collées du pont de la Jonction à Genève (portée 57,9 m).

Cintre en arc du pont de Sandö (Suède), portée 247 m (voir accidents et précautions à prendre, chap. VI).

Enfin, en consultant les tableaux donnés à la fin du présent fascicule (chap. VII), et les ouvrages indiqués, en particulier l'ouvrage SÉJOURNÉ (Grandes Voûtes), on trouvera un grand nombre d'exemples de cintres de diverses époques et de divers types.

COUPE D'UN ARC A LA CLE

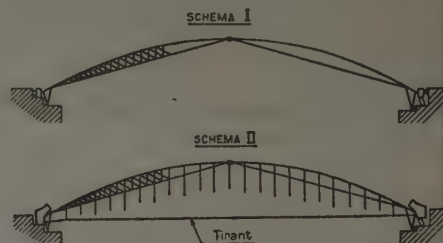
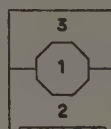


FIG. 42.

(1) La mise en charge par vérins (voir plus loin p. 28) des deux premiers rouleaux et leur réglage se sont effectués dans d'excellentes conditions le 8 mai 1947.

## III. — CALCUL DES CINTRES

Les cintres doivent être tous calculables, ne comporter que des mailles triangulaires indéformables, sans barres surabondantes. Les barres doivent être concourantes.

Ces règles doivent être observées avec d'autant plus de sévérité que l'ouvrage est plus important.

Pour le calcul d'un cintre, on appliquera les règles de la résistance des matériaux. Si l'on prend une hypothèse de calcul on la suivra complètement et on réalisera les appuis et les liaisons en conséquence.

## 1° Charges supportées par le cintre.

## a) SUIVANT INCLINAISON DE LA DOUELLE.

## Ouvrages en pierre.

D'après les expériences de SÉJOURNÉ, sur les voûtes en pierre, si  $\alpha$  est l'inclinaison d'un joint sur la verticale (fig. 43).

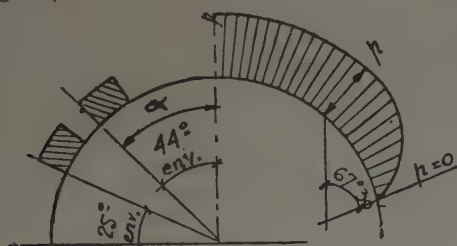


FIG. 43.

- depuis  $\alpha = 90^\circ$  jusqu'à  $\alpha = 90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$ , les voussoirs n'exercent aucune pression sur le cintre;
- depuis  $\alpha = 44^\circ$  jusqu'à  $\alpha = 0$  (clé), le cintre porte presque toute la charge;
- entre ces deux zones, la pression varie progressivement.

Compte tenu de ses expériences, SÉJOURNÉ utilisait les formules suivantes valables pour les voûtes en pierre lorsque les voussoirs sont soutenus jusqu'aux naissances <sup>(1)</sup>.

$p$  = pression normale à la douelle par mètre carré sur le cintre, en fonction de  $\alpha$   
et de

$d$  = densité de la maçonnerie  
 $c$  = épaisseur du premier rouleau  
 $R$  = rayon de courbure au point considéré,

<sup>(1)</sup> Soit par appui direct d'un voussoir sur l'autre ou par butons (fig. 85).

$$(I) \quad p = dc \left( 1 + \frac{c}{2R} \right) \sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha}$$

si l'on néglige  $c$  devant  $2R$ ,

$$p = dc \sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha}.$$

C'est cette dernière formule que l'on utilise généralement, les valeurs de  $\sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha}$  sont données au tableau ci-joint (chap. VII).

Si le voussoir est soutenu par chaise fixée au cintre (fig. 84) le cintre reçoit évidemment la charge verticale  $V$  correspondant au poids du voussoir.

Par mètre carré de douelle :  $V = dc \left( 1 + \frac{c}{2R} \right)$  ou approximativement  $V = dc$ .

## Ouvrages en béton ou en béton armé.

Pour le béton tant qu'il n'a pas fait prise, on peut prendre dans le cas du voussoir soutenu jusqu'aux naissances :

$$(II) \quad p = dc \left( 1 + \frac{c}{2R} \right) \cos \alpha \quad \text{ou} \quad dc \cos \alpha$$

ce qui suppose un frottement nul dans le plan du joint et sur platelage. Si le voussoir est soutenu par chaise fixée au cintre, prendre la charge verticale :

$$V = dc \left( 1 + \frac{c}{2R} \right) \quad \text{ou approximativement} \quad V = dc$$

En comparant les formules (I) et (II) on constate que les valeurs qu'elles donnent pour  $p$  sont très voisines jusqu'à  $\alpha = 55^\circ$ ,  $\left( \sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha} = 0,53, \cos \alpha = 0,57 \right)$ ; de  $57^\circ$  à  $67^\circ 30'$  :  $p$  s'annule dans la formule (I) pour la maçonnerie, tandis qu'il garde une certaine valeur dans la formule (II).

$$\sqrt{\cos \frac{4}{3} 67^\circ 30'} = 0, \quad \cos 67^\circ 30' = 0,39.$$

Pour  $\alpha > 67^\circ 30'$  le béton continue à agir sur le cintre.

D'ailleurs, dans le calcul du platelage lui-même supportant du béton mou, il est prudent de compter la pression hydrostatique.



b) SUIVANT LE MODE D'EXÉCUTION DE L'OUVRAGE.

*Voûtes en maçonnerie ou béton.*

Les petites voûtes jusqu'à 8 m sont construites en un seul rouleau (épaisseur faible).

Les voûtes plus importantes sont construites en plusieurs rouleaux superposés. Le premier rouleau a une épaisseur choisie afin qu'il puisse supporter seul la charge des rouleaux suivants. C'est donc la charge du premier rouleau qui conditionne le cintre et sert à le calculer.

Pour réduire les efforts dans le cintre, on exécute le premier rouleau en plusieurs voussoirs successifs.

La construction est effectuée symétriquement. L'ordre de construction des voussoirs a une importance primordiale en fonction du type de cintre. Il doit être défini de façon impérative sur les dessins d'exécution. Exemple : (fig. 44, 45, et Ann., p. 3, 8 et 24). Cet ordre est indiqué également à titre d'exemple sur les figures 23 et 24.

Le calcul est effectué pour chaque cas de charge intermédiaire et pour la charge finale (voir calcul des cintres 7° et 8°).

Ainsi, le calcul correspondant à l'exécution suivant l'ordre donné sur la figure 44, sera effectué pour trois cas de charge (fig. 46, 47, 48).

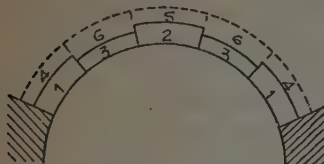


FIG. 44.

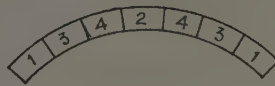


FIG. 45.



FIG. 46.

Premier cas de charge.



FIG. 47.

Deuxième cas de charge.



FIG. 48.

Troisième cas de charge.

*Voûtes ou arcs en béton armé évidés.*

On cherche à faire le premier rouleau le plus léger possible en ne coulant que la douelle ou parfois la douelle avec une certaine hauteur d'âme (voir fig. 49).

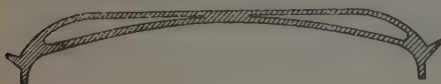


FIG. 49. — Coupe longitudinale.



Coupe transversale.

*Poutres en béton armé.*

Là, il est plus difficile de limiter le poids; on a parfois coulé un premier rouleau formant arc provisoire

en le calant sur les culées (fig. 50, 51). Généralement, dans la forme courante à caisson, on compte le poids des âmes et du hourdis inférieur (fig. 52). On vérifie que la poutre ainsi constituée peut porter le poids du béton de la dalle supérieure.



FIG. 50.

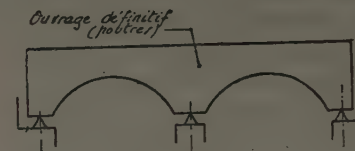


FIG. 51.



FIG. 52.

Chaque ferme est calculée pour supporter la charge située au-dessus en faisant le report statique des charges. On s'arrange pour placer les fermes sous les nervures, ce qui procure une économie sur les couchis et platelages.

2° Espacement des fermes.

Il est de l'ordre de 1,20 à 1,50 m. Compte tenu du calcul des charges effectué comme ci-dessus, la poutre de rive se trouve moins chargée si les espacements sont égaux. On pourrait en tenir compte en augmentant l'espacement de rive ou en mettant la ferme de rive en retrait, mais ce n'est pas à recommander. Il faut en effet aménager souvent une passerelle de service en porte-à-faux sur les couchis; de plus, des efforts supplémentaires frappent toujours les fermes de rive du fait des forces horizontales (vent, chocs éventuels, flambement général).

Le plus souvent on calcule donc la ferme intermédiaire la plus chargée et on réalise toutes les autres sur le même modèle.

3° Tracé des fermes.

Compte tenu des charges supportées, de la forme de l'intrados, du nombre et de la nature des appuis possibles, des circonstances particulières de lieu, de phases (réutilisation), de la qualité de la main-d'œuvre dont on dispose, on détermine le type de ferme et on recherche le tracé optimum avec méthode.

a) Fixer les axes des appuis et le niveau des appareils de décintrement (voir fig. 53).

Ce niveau sera fonction de la cote de hautes eaux, du niveau des retombées (en dessous de ce niveau les maçonneries peuvent être montées sans le secours du cintre).

b) Tracer une ligne parallèle à l'extrados à une distance égale à l'épaisseur du couchis et du platelage.

c) Fixer sur cette ligne les abouts des vaux en veillant à ne pas donner à ceux-ci trop de longueur, 2,50 m maximum, 3 m à la rigueur, ni à leur donner trop de hauteur. Là, un choix s'impose, compte tenu des dimensions que l'on se fixe pour les bois. Il est possible de prendre comme on l'a vu : vau seul, vau ou sous-vau, résistant seul ou vau associé au sous-vau.

Quelques essais de division du périmètre du cintre en parties égales ont vite fait de fixer le nombre de vaux.

d) Connaissant maintenant les points d'appui, l'axe et les sommets de la membrure supérieure où sont amenées les charges, on trace le schéma du cintre suivant le modèle choisi. Quelques essais sont souvent nécessaires.

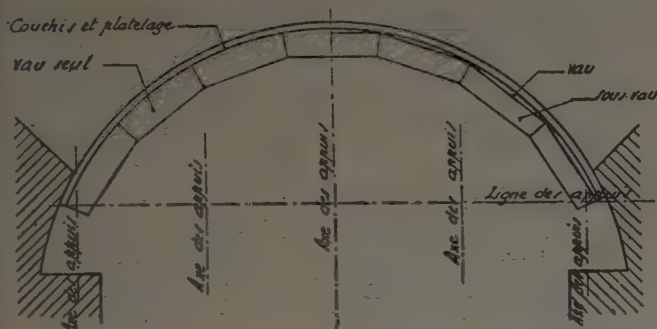


FIG. 53.

Un bon tracé plaît à l'œil, il est équilibré, les axes des différentes barres concourent aux nœuds suivant des angles ni trop ouverts, ni trop fermés. On a un nombre réduit de types de nœuds, ce qui simplifiera l'exécution.

Le schéma du cintre tracé à échelle convenable et déterminé par les axes des barres, est ensuite « habillé » en y figurant les barres elles-mêmes en épaisseur, compte tenu des sections données par le calcul. Mais, prenons-y garde, le calcul des assemblages commandera les sections de bois de façon plus impérieuse que le calcul des barres elles-mêmes.

#### 4° Calcul du platelage.

C'est un élément considéré sur appuis simples. Calculé sous la charge  $p$  au mètre carré déterminée au

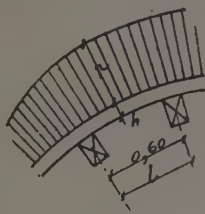


FIG. 54.

point le plus défavorable. La portée  $l$  sera comptée entre axe des couchis. On ne tient pas compte de l'effet de la courbure (fig. 54) qui doit d'ailleurs rester modérée (voir tableau synoptique, fig. 1).

Exemple : soient :  $l = 60$  cm

$$p = 1\,500 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Moment de flexion} = M = \frac{1\,500 \times 0,6^2}{8} = 68 \text{ m/kg soit } 6\,800 \text{ cm/kg (1).}$$

Section résistante : planches de 2,7 cm d'épaisseur

$$\frac{I}{V} = \frac{100 \times 2,7^2}{6} = 121 \text{ cm}^3$$

$$\text{Contrainte} = R = \frac{6\,800}{121} = 58 \text{ kg/cm}^2.$$

Si l'on prend  $R = 75 \text{ kg/cm}^2$ , on peut obtenir directement la formule simple suivante qui donne l'épaisseur  $h$  du platelage en millimètres

$$h = l \sqrt{p} \quad \text{avec} \quad l \text{ en mètres} \\ p \text{ en kilogrammes par mètre carré.}$$

Le tableau ci-après donne quelques valeurs ainsi obtenues

$p =$	PORTÉES $l$						
	0,40	0,6	0,8	1,00	1,20	1,40	
$p = 500$	9	14	18	22	27	32	} $h$ en mm
$p = 1\,000$	13	19	25	32	38	44	
$p = 1\,500$	16	24	32	40	48	56	
$p = 2\,000$	18	27	36	45	54	63	

Dans le cas de plusieurs épaisseurs croisées, il faut bien entendu compter la portée suivant la direction des fibres et faire supporter à chacune des couches une part de la charge proportionnelle à son inertie et à l'inverse de la quatrième puissance de sa portée. L'inertie variant avec le cube de l'épaisseur, une faible différence d'épaisseur reporte pratiquement toute la charge sur l'élément le plus épais. Ce qui permet d'ailleurs une meilleure utilisation de la matière.

De même pour deux couches d'égale épaisseur dont l'une est à  $45^\circ$ , celle qui est orientée orthogonalement supporte les  $4/5$  de la charge. Il y a, par conséquent, double intérêt (quant à la résistance à la flexion) à ce que l'élément qui a la plus petite portée soit aussi le plus épais.

Dans le tableau figure 1, le trait fort, relatif aux couches 2 et 3, indique l'élément porteur principal auquel il y a intérêt à donner la plus forte épaisseur. Le platelage doit être non seulement résistant, mais également rigide. Un calcul de flèche est quelquefois utile. Si le platelage joue le rôle de contreventement on n'omettra pas les contraintes correspondantes ni le calcul du clouage sur les fermes.

#### 5° Calcul du couchis.

L'élément est considéré sur appuis simples, la portée  $L$  étant la distance entre axe des fermes (fig. 55).

(1) On pourrait admettre une continuité partielle, mais en contrepartie ne pas oublier que l'on a des charges localisées et des chargements brusques qui sont de nature à aggraver les efforts.



La charge au mètre est donc  $P = pl$  et le moment de flexion  $M = \frac{P \bar{L}^2}{8}$  (1).

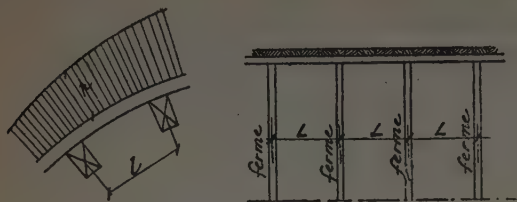


FIG. 55.

Exemple avec le platelage ci-dessus et des fermes espacées de  $L = 1,50$ , on aurait :

$$P = pl = 1\,500 \times 0,6 = 900 \text{ kg}$$

$$M = \frac{900 \times 1,5^2}{8} = 254 \text{ kgm; avec un bastaing de } 6,5 \times 16,5$$

$$\frac{I}{V} = \frac{6,5 \times 16,5^2}{6} = 296 \text{ cm}^2$$

$$R = \frac{25\,400}{296} = 86 \text{ kg.}$$

On calcule l'espacement des couchis en fonction de l'espacement des fermes et de la charge. Ce sera soit des bastaings, soit des madriers. Si ce sont des pièces de sciage, on pourra prévoir leur largeur  $b$  et leur hauteur  $h$  dans le rapport optimum donné par SÉJOURNÉ

$$\frac{b}{h} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Avec  $R = 75 \text{ kg}$ , pour fixer les ordres de grandeur, voici les espacements  $l$  auxquels on arrive avec le bastaing courant de  $6,5 \times 16,5 \text{ cm}$

	L = ESPACEMENT DES FERMES				
	1,00	1,20	1,40	1,6	
$p = 500$	2,5	2,44	1,80	1,10	Valeurs de $l$ pour $R : 75 \text{ kg}$ et bastaings de $6,5 \times 16,5$ .
$p = 1\,000$	1,75	1,25	0,90	0,55	
$p = 1\,500$	1,15	0,82	0,60	0,37	
$p = 2\,000$	0,87	0,61	0,45	0,27	

Avec  $R : 75 \text{ kg}$  et un couchis de dimensions  $b$  et  $h$

$$l = \frac{bh^2}{pL^2}$$

avec  $h$  et  $b$  en centimètres  
 $p$  en kilogrammes par mètre carré  
 $L$  en mètres.

Il faut noter qu'on utilise de plus en plus le couchis jointif au lieu du couchis avec platelage. Les bois étant ici récupérables, il n'y a pas intérêt primordial à en réduire le cube.

(1) Ou  $\frac{PL^2}{10}$  si l'on considère une continuité partielle.

## 6° Calcul des vaux ou sous-vaux.

Ils sont considérés comme pièces fléchies appuyées de nœud à nœud sans aucune continuité.

Vérifier la section au milieu en flexion;

Vérifier la section en bout à l'effort tranchant;

Vérifier la surface d'appui à l'écrasement.

Dans le cas où le vau est intéressé à la résistance générale et constitue la membrure de la ferme, ne pas omettre d'ajouter les contraintes correspondantes à celles visées ci-dessus et dues aux efforts locaux (exemple paragraphe 7°).

## 7° Calcul des rayons, contrefiches, poteaux (cintres fixes en éventail).

Les dessins d'un cintre doivent toujours définir les phases de son chargement. Celles-ci seront considérées comme impératives lors de l'exécution des maçonneries.

Cette règle conduit à déterminer scrupuleusement les efforts qui naîtront dans les différentes pièces du cintre au fur et à mesure des travaux et il faut s'y astreindre même dans le cas de cintres fixes où, en raison de la multiplicité des appuis, l'influence de l'ordre de distribution des charges est moindre que dans les cintres retroussés.

Les rayons, contrefiches ou poteaux des cintres fixes, sont des pièces chargées en bout que l'on calcule au flambement.

### EXEMPLE DE CALCUL D'UN CINTRE FIXE.

Schéma du cintre : C'est celui de la page 3 des annexes (cintre du Mée).

Espacement des fermes : 1,50 m.

Phases de chargement : Voûte en maçonnerie construite symétriquement par voussoirs successifs dans l'ordre du schéma.

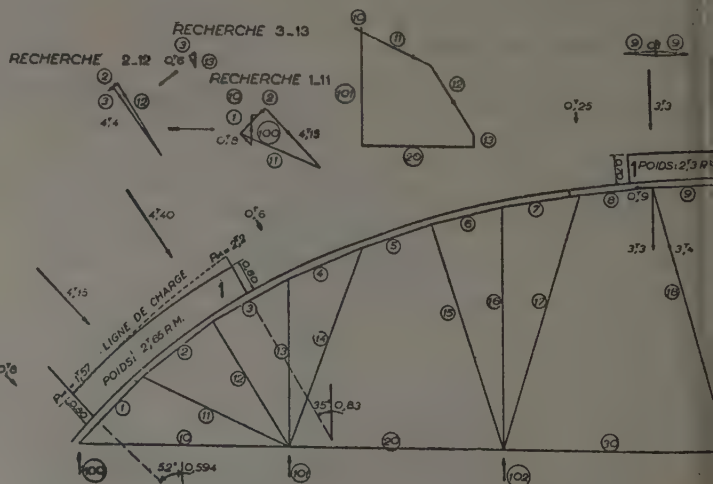


FIG. 56. — Première phase. Voussoirs 1.

# LES CINTRES EN BOIS POUR OUVRAGES D'ART

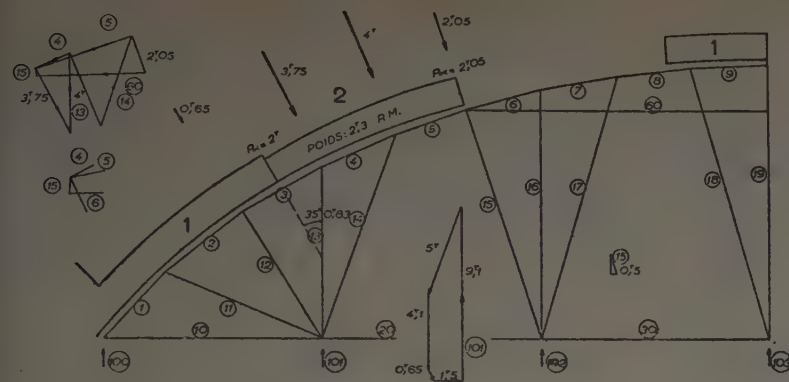


FIG. 57. — Deuxième phase. Voussoirs 2.

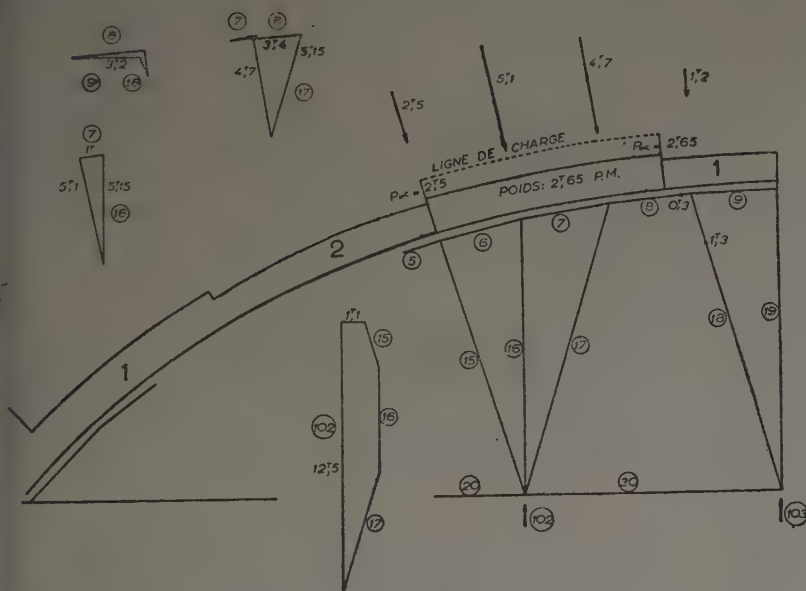


FIG. 58. — Troisième phase. Voussoirs 3.

*Charges élémentaires transmises au cintre par le platelage :*

On les a calculées par la méthode SÉJOURNÉ (paragraphe III-a) et tracé la ligne de charge correspondante (fig. 56 à 58).

On a, par exemple, pour la première phase aux reins :

— pour l'origine du voussoir :

$$\alpha = 52^\circ$$

$$P_a = 2,2 \text{ t} \times 1,50 \times 0,80 \times 0,594 = 1,57 \text{ t}$$

— pour son extrémité :

$$\alpha = 35^\circ \quad P_a = 2,2 \times 1,50 \times 0,80 \times 0,83 = 2,2 \text{ t}$$

*Forces reportées aux nœuds par les vaux.*

Elles sont calculées en considérant les vaux en travées indépendantes. Pour la première phase, on a les reports de 0,8 t, 4,15 t, 4,4 t, 0,6 t représentées sur l'épure.

*Effort dans les rayons et contrefiches.*

Ils sont obtenus par décomposition des forces ci-dessus suivant la direction des barres principales aboutissant à un nœud, qui sont le plus directement sollicitées.

— Une force, de même direction qu'un rayon, est transmise entièrement par celui-ci. (C'est le cas des barres 15 et 19.)

— Une force de direction quelconque est décomposée, suivant la direction d'un vau et d'un rayon. Si le cintre est bien conçu et les phases bien ordonnées, cette décomposition n'apporte que des compressions dans les barres. Ceci n'est pas toujours possible.

La force 4,15 t donne lieu, par exemple, à des compressions dans les barres de 1 et 11. Par contre, on ne peut envisager que la force de 0,6 t


	VAUX									RAYONS ET CONTREFICHES									ENTRAITS						RÉACTIONS D'APPUIS			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	10	20	30	40	50	60	100	101	102	103
Phase 1..	1,4	-0,6	-0,3						-0,9	4,6	4,6	0,6					3,4	4,7	-0,3	5,8	5,8				1,7	6,3	0,25	11,2
Phase 2..				2	5,1						0,65	4,1	5	0,5						-1,5	-1,35		5,6			9,1	0,5	
Efforts 2 phases..	1,4	-0,6	-0,3	2	5,1				-0,9	4,6	5,25	4,7	5	0,5			3,4	4,7	-0,3	4,3	4,45		5,6		1,7	15,4	0,75	11,2
Phase 3..							1,0	3,4	3,2					2,5	5,15	5,1	1,3	-0,2			-1,1						12,5	2,4
Effort final...	1,4	-0,6	-0,3	2	5,1		1,0	3,4	2,3	4,6	5,25	4,7	5	3	5,15	5,1	4,7	4,5	-0,3	4,3	3,35		5,6		1,7	15,4	13,25	13,6

FIG. 59. — Efforts dans les barres.




		VAUX		RAYONS ET CONTREFICHES		ENTRAITS	
NUMÉROS DES BARRES		2	5	12	16	20	60
Effort normal	F = en tonnes.....	— 0,600	5,100	5,250	5,150	5,8	5,6
	S.....	338	338	338	338	338	214
	$L_f$ .....	2,10	1,80	2,25	1,80	5,80	2,50
	$a$ .....	0,22 <sup>(1)</sup>	0,22 <sup>(1)</sup>	8	8	0,22 <sup>(2)</sup>	16,5 <sup>(2)</sup>
	$\lambda = \frac{L_f}{a}$ .....	9,6	8,2	28	22	27	15
	K.....		0,87	0,33	0,46	0,36	0,64
	$n_1 = \frac{F}{KS}$ .....	2,00	17,4	47	33	66	41
Flexion	Charge moyenne par mètre linéaire.....	1,85	2,04	RAYONS ET CONTREFICHES		ENTRAITS	
	Portée de calcul : $l$ .....	2,10	1,80	<div>Assemblages</div> <div>Contrainte de flanc sur vaux (appui)</div> <div><math display="block">R = \frac{4\,400}{22 \times 2 \times 4} = 25 \text{ kg}</math></div> <div>(gousset avec boulons)</div>		barre 20	barre 60
	Moment $M_f$ .....	1,040	825			Attache : 4 boulons Ø 20 double section	Attache pour continuité
	$\frac{I}{V}$ .....	1 270	1 270			$4 \times 400 d^3$ $= 1,600 \times 4$	4 boulons Ø 20
	$n_2 = \frac{M_f V}{I}$ .....	82	65			6,4 t > 5,8 t	6,4 t > 5,6 t
	Contrainte maximum : $R_c$ ..	— 84	82,4				
	Effort tranchant T.....	1,95 t					
	Cisaillement $cm^2$ .....	8 env.					

<sup>(1)</sup>




0,22




0,22

<sup>(2)</sup>



0,22



16.5

Le platelage cloué sur vaux s'oppose à leur flambement horizontal.

Les pièces sont jumelées et entretoisées dans le sens horizontal.

FIG. 60. — Vérification des sections. Récapitulation.

se décompose sur 13 et 4, car la barre 4 ne comporte, en première phase, aucune charge pour répondre à une compression. On aurait une poussée de 4 au vide avec traction sur 14. Comme la force 0,600 t est faible, il est plus simple et plus rationnel de prendre une traction sur 3 transmise ensuite à 2.

De même, on a pris une traction sur 9 avec compression sur 18 au lieu de pousser au vide sur 8 et 7, voussoirs non chargés, ce qui aurait eu pour effet de soulever 17.

La recherche des efforts dans les barres se traduit donc par de simples décompositions de forces concourantes. On peut enchaîner les épure de plusieurs nœuds successifs ou faire une épure par nœud si nécessaire pour la clarté du tracé.

En décomposant ensuite les efforts trouvés dans les rayons, suivant la verticale et suivant la direction horizontale de l'entrait, on obtient les réactions d'appui sur boîtes à sable. Les résultats trouvés pour la première phase sont reportés sur le tableau (fig. 59 et 60).

Les mêmes opérations sont effectuées pour les deux phases suivantes et les résultats en sont cumulés successivement.

L'examen du tableau décèle les efforts les plus défavorables pour chaque catégorie de barres. Ces efforts ne sont pas obligatoirement ceux de la charge complète;

toutefois, dans les cintres fixes, c'est généralement le cas pour les rayons et contrefiches. Il est bon, d'ailleurs, à titre de vérification, d'évaluer le poids de maçonnerie correspondant à un intervalle entre appuis et de rapprocher ce résultat de celui trouvé.

Ici, par exemple, pour un espacement d'appuis de 6 m, on peut déduire que la charge 101, 102 ou 103 sera approximativement de  $2,50 \text{ t} \times 6 = 15 \text{ t}$  et sur un rayon, la charge sera de :  $2,5 \times 2,00 = 5 \text{ t}$ , soit 5,5 à 6 t compte tenu de l'inclinaison. C'est bien ce que confirme le calcul exact.

#### Remarque relative aux liens horizontaux.

Ceux-ci, outre leur rôle de réduire les longueurs de flambement des rayons, sont très utiles pendant les phases où le chargement est incomplet. Ils servent, en effet, d'entrants intermédiaires tant que certains vaux ne sont pas chargés pour éviter les poussées au vide. Ils sont soit comprimés (barres 60, 2<sup>e</sup> phase), soit tendus. C'eût été le cas si les voussoirs 1 de clé et 3 avaient été, par exemple, chargés avant 2. Leur action sur le cintre eût été verticale (voir paragraphe III, 1<sup>o</sup> a) avec au nœud 6-15 une traction dans le lien 60, à défaut d'une compression dans les vaux 4,5 non chargés.

Remarquer que le choix des nœuds à soutenir par ces liens doit être judicieux et fonction des cas de charge prévus.

## Vérification des sections.

Elle s'effectue suivant les méthodes usuelles, compte tenu des efforts trouvés ci-dessus. Les résultats figurent sur le tableau. Remarquer que les vaux sont soumis surtout à des flexions, veiller à leur attache (voir ci-après).

Les rayons sont comprimés, veiller à leur flambement et au contreventement général (voir ci-après).

Les liens sont, comme entrants, comprimés ou tendus; veiller à leur flambement et à leurs attaches.

Remarquons que, dans l'exemple précédent, nous n'avons pas compté le poids du cintre qui est faible, eu égard aux autres charges. Il suffira, pour obtenir la charge maximum sur les appuis, de l'ajouter en fin de compte et en même temps que les efforts supplémentaires dus aux forces transversales et transmis par les contreventements (vent).

Pour un cintre de grande hauteur, où la valeur relative du poids propre du cintre serait plus élevée, il faudrait ajouter ce poids par étages successifs.

Les cintres ayant le schéma des figures 9 à 22 seraient calculables dans les mêmes conditions que l'exemple concret donné ci-dessus.

Noter qu'aux nœuds de douelle, où aboutissent à la fois quatre barres (deux vaux, un rayon, une contre-fiche), on serait amené à négliger les vaux (exemple : nœud A, fig. 14; nœud B, fig. 15).

## 8° Calcul des systèmes triangulés (cintres retroussés).

### a) CINTRES TRADITIONNELS.

Les cintres à arbalétriers (fig. 23 à 26) peuvent se calculer suivant une méthode analogue à celle appliquée aux cintres à appuis multiples. On trouve toujours, en effet, pour une force extérieure agissant sur un nœud de douelle, un groupe de barres permettant à lui seul de transmettre cette force aux appuis.

Il suffit alors de déterminer les efforts dans chaque barre de ces systèmes successifs supposés indépendants et de les cumuler méthodiquement.

#### Exemple figure 23.

**Cas de charge 1.** — On a une compression dans les deux arbalétriers.

**Cas de charge 2.** — On a une compression dans les deux vaux et une traction dans les arbalétriers.

#### Exemple figure 24.

**Cas de charge 1.** — Le système résistant est l'entrait *a* et le vau *b*.

**Cas de charge 2.** — Le système est constitué par les barres *c* et *a*.

**Cas de charge 3.** — Le système résistant est constitué par *e* et *d* avec report par le poinçon.

#### Exemple figure 25.

Chacun des trapèzes forme un système indépendant.

#### Exemple figure 26.

Chaque triangle forme un système résistant. Ici, les chargements peuvent être dissymétriques en faisant intervenir des butées B.

### b) CINTRES A SYSTÈME PORTEUR PRINCIPAL CONSTITUÉ PAR LES VAUX.

#### Exemple de la figure 27.

On peut faire l'hypothèse d'une articulation en B en négligeant l'entrait *ab* et considérer un arc à trois articulations. On peut aussi décomposer la charge en *e* suivant *Ae* et *ef* et la charge en *g* suivant *Aa* et *ab*.

#### Exemple de la figure 28.

On peut considérer les deux tronçons AB et CD arc-boutés en B et C avec partie EBCF formant poutre suspendue.

### c) CINTRES A SYSTÈME PORTEUR INDÉPENDANT DES VAUX (fig. 29 et 30).

#### Cintres SÉJOURNÉ.

Les efforts amenés par les rayons sont reportés aux appuis par un arc brisé sous-tendu par des câbles rayonnants (SÉJOURNÉ a donné de nombreux exemples de leur calcul <sup>(1)</sup>). Il serait superflu de donner un exemple d'application car ce genre de cintre est rarement utilisé maintenant.

### d) CINTRES-POUTRES.

La tendance moderne est de réaliser des systèmes porteurs bien définis et, en particulier, des poutres de tous types : treillis simples ou multiples, à travées indépendantes ou continues.

Les travées indépendantes sont le plus en faveur car pour pouvoir compter sur la continuité, certaines conditions doivent être remplies. Les appuis ne doivent pas tasser; il faut assurer la bonne jonction des tronçons lors de la pose, ce qui n'est pas facile si les joints de montage sont sur les appuis. Sous son poids propre, la poutre est, en effet, en travée indépendante, d'où inclinaison de sens opposé des deux travées à assembler.

Le calcul des poutres s'effectue par les méthodes classiques : calcul, méthodes graphiques ou lignes d'influence (qui seront traitées au chap. III du Manuel).

<sup>(1)</sup> On en trouverait un exemple de calcul dans *Ponts en maçonneries* de GAY, p. 341. Mais, le cas de charge traité n'est que celui de la charge complète.



Répetons que, là encore, le calcul doit suivre scrupuleusement les phases de chargement, les lignes d'influence peuvent donc être très utiles pour le choix des cas de charge et l'élaboration du programme d'exécution.

### e) ARCS A TROIS ARTICULATIONS.

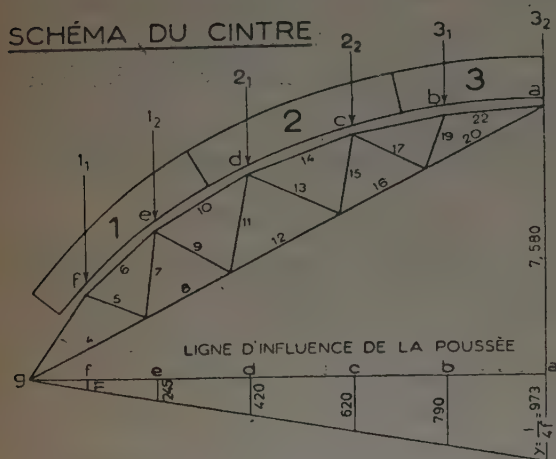
C'est un système isostatique dont le calcul est aisé. Si l'on a un nombre de barres assez réduit, on peut utiliser la méthode graphique de CREMONA.

Pour de grands arcs dont les mailles sont nombreuses, on fait plutôt le calcul des sections après avoir tracé le funiculaire des charges, ou mieux, les lignes d'influence des efforts. Il n'existe pas, en effet, de méthode

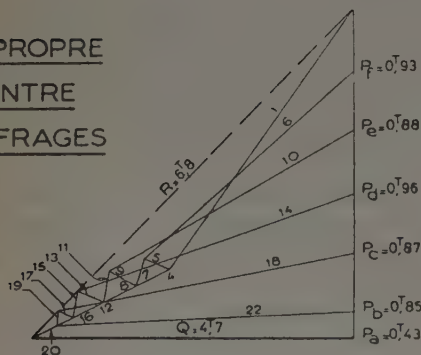
particulière pour le calcul des cintres. Les méthodes classiques de la résistance des matériaux (qui seront exposés au chap. III du *Manuel*) sont appliquées suivant la préférence de chacun et en fonction du problème traité.

A titre d'exemple, voici le calcul d'un cintre à trois articulations (fig. 61). On a tracé le crémona pour chaque cas élémentaire de chargement et porté dans un tableau (fig. 62) les efforts correspondants. Les efforts cumulés au fur et à mesure de l'exécution des maçonneries sont déterminés pour deux solutions.

On constate, comme il fallait s'y attendre, que c'est la charge totale qui conditionne la section de la membrure supérieure (+ 63,5 t). C'est elle aussi qui donne



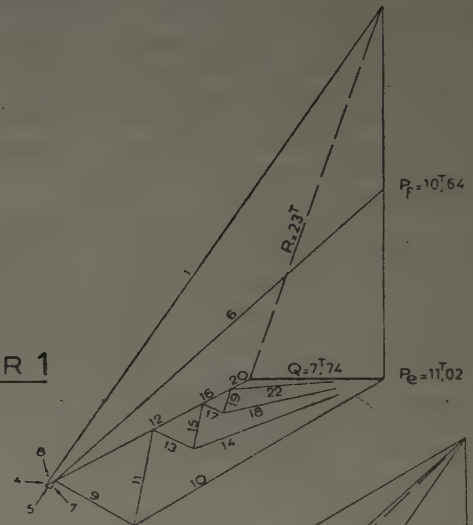
### POIDS PROPRE DU CINTRE ET COFFRAGES



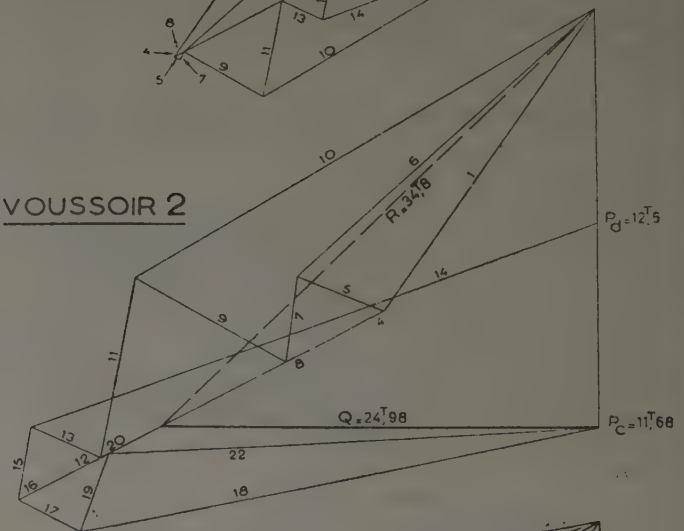
### CHARGES

POINTS	POIDS DU CINTRE	SURCHARGES	CHARGES TOTALES
a	0,43	5,63	6,06
b	0,85	11,06	11,91
c	0,87	11,68	12,55
d	0,96	12,50	13,45
e	0,88	11,02	11,90
f	0,93	10,64	11,57

### VOUSOIR 1



### VOUSOIR 2



### VOUSOIR 3

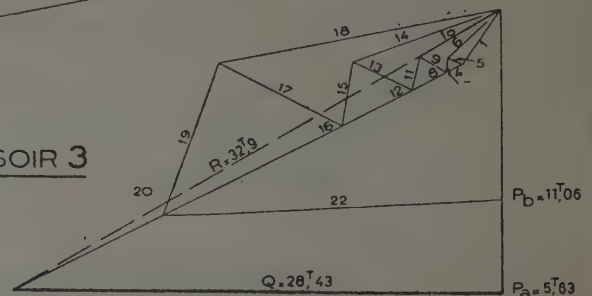


FIG. 61. — Exemple de calcul d'un cintre à trois articulations. Épure.

# LES CINTRES EN BOIS POUR OUVRAGES D'ART

MEMBRURE SUPÉRIEURE	EFFET DES CHARGES ÉLÉMENTAIRES					PROGRAMMES DE CHARGEMENT					
	NUMÉRO des barres	VOUSOIRS			POIDS propre du cintre	1 <sup>re</sup> SOLUTION			2 <sup>e</sup> SOLUTION		
		1	2	3		Cintre + 1	C + 1 + 2	C + 1 + 2 + 3	C + 1	C + 1 + 3	C + 1 + 3 + 2
	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	
1	+ 33,6	+ 21,4	+ 3,7	+ 4,8	+ 38,4	+ 59,8	+ 63,5	+ 38,4	+ 42,1	+ 63,5	
6	+ 25,5	+ 23,2	+ 4	+ 4,2	+ 29,7	+ 52,9	+ 56,9	+ 29,7	+ 33,7	+ 56,9	
10	+ 16,6	+ 30,8	+ 5,5	+ 4,2	+ 20,8	+ 51,6	+ 57,1	+ 20,8	+ 26,3	+ 57,1	
14	+ 11,5	+ 34,5	+ 8,3	+ 4,3	+ 15,8	+ 50,3	+ 58,6	+ 15,8	+ 24,1	+ 58,6	
18	+ 9,3	+ 30,3	+ 16,8	+ 4,4	+ 13,7	+ 44	+ 60,8	+ 13,7	+ 30,5	+ 60,8	
22	+ 8,6	+ 28,2	+ 19,6	+ 4,4	+ 13	+ 41,2	+ 60,8	+ 13	+ 32,6	+ 60,8	
MEMBRURE INFÉRIEURE	4	- 12,9	+ 14,5	+ 29,5	+ 2,2	- 10,7	+ 3,8	+ 33,3	- 10,7	+ 18,8	+ 33,3
	8	- 12,6	+ 8,1	+ 28,4	+ 1,7	- 10,9	- 2,8	+ 25,6	- 10,9	+ 17,5	+ 25,6
	12	- 6,2	- 4	+ 26,1	+ 1,1	- 5,1	- 9,1	+ 17	- 5,1	+ 21	+ 17
	16	- 2,9	- 9,3	+ 21,4	+ 0,6	- 2,3	- 11,6	+ 9,8	- 2,3	+ 19,1	+ 9,8
	20	- 0,9	- 3,6	+ 9,6	+ 0,4	- 0,5	- 4,1	+ 5,5	- 0,5	+ 9,1	+ 5,5
TREILLIS	5	+ 0,2	- 5,4	- 0,9	- 0,45	- 0,25	- 5,65	- 6,55	- 0,25	- 1,15	- 6,55
	7	- 0,2	+ 5	+ 0,9	+ 0,4	+ 0,2	+ 5,2	+ 6,1	+ 0,2	+ 1,1	+ 6,1
	9	+ 5,3	- 9,9	- 1,8	- 0,45	+ 4,85	- 5,05	- 6,85	+ 4,85	+ 3,05	- 6,85
	11	- 5,7	+ 10,6	+ 1,9	+ 0,5	- 5,2	+ 5,4	+ 7,3	- 5,2	- 3,3	+ 7,3
	13	+ 2,7	- 4,3	- 3,8	- 0,4	+ 2,3	- 2	- 5,8	+ 2,3	- 1,5	- 5,8
	15	- 2,7	+ 4,3	+ 3,8	+ 0,4	- 2,3	+ 2	+ 5,8	- 2,3	+ 1,5	+ 5,8
	17	+ 1,3	+ 3,9	- 8	- 0,2	+ 1,1	+ 5	- 3	+ 1,1	- 6,9	- 3
	19	- 1,6	- 4,6	+ 5,6	+ 0,3	- 1,3	- 5,9	+ 3,7	- 1,3	+ 8,3	+ 3,7
NOTA. — Les chiffres correspondent à 2 fermes.											

NOTA. — Les chiffres correspondent à 2 fermes.

FIG. 62. — Exemple de calcul d'un cintre à trois articulations. Étude des phases de chargement et efforts dans les barres.

la plus forte compression dans la membrure inférieure (+ 33,3 t).

La membrure inférieure est tendue à 10,9 t dans la deuxième solution (barre 8), mais à 11,6 t dans la première solution (barre 16) en prenant l'ordre de construction 1, 2, 3, au lieu de 1, 3, 2.

C'est la charge totale qui donne le maximum de compression dans les treillis (barre 11 + 7,3 t) si l'on adopte l'ordre 1, 2, 3 (1<sup>re</sup> solution). C'est la charge 1,3 (8,3 t barre 19) si l'on adopte la deuxième solution. Les extensions sont à peu près équivalentes (6,85 t barre 9) et (6,9 t barre 17).

On se trouve devant des résultats qui permettent de dimensionner le cintre indifféremment pour l'une ou l'autre des solutions, car les avantages de la deuxième sont minimes (extension moindre de la membrure inférieure et chargement moins brutal de la membrure supérieure).

Ici, ce ne serait pas la résistance du cintre qui serait la condition déterminante de la marche du chantier.

Il n'en est pas toujours ainsi. Le tableau (fig. 64) donne quatre solutions différentes pour le bétonnage de dix voussoirs sur le cintre dont le schéma est représenté (fig. 63). L'exemple est limité à l'examen des efforts dans la membrure inférieure. Les chiffres montrent que, sous réserve des résultats qui seraient trouvés pour le treillis, le quatrième programme est le meilleur dans le cas d'un cintre en bois (assemblages de traction difficiles à réaliser). La solution 2 conviendrait par contre si le tirant était métallique (compression minimum recherchée à cause du flambement). On ne saurait trop insister sur la nécessité de faire de nombreux essais analogues lors de l'étude préliminaire d'un cintre.

## f) ARCS HYPERSTATIQUES A DEUX ARTICULATIONS OU ENCASTRÉS.

Les calculs en sont faits par l'une quelconque des méthodes usuelles. Remarquons toutefois que les lignes d'influence ou mieux l'épure des réactions qui

donne l'ensemble des efforts, ont souvent la préférence des bureaux d'études. Elles facilitent, en effet, comme on l'a dit, le choix des phases de chargement. Il ne faut

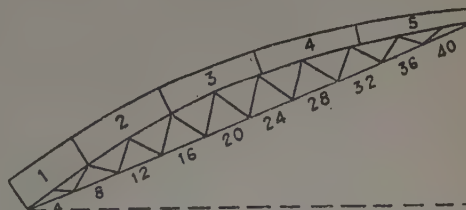


FIG. 63. — Autre exemple d'étude de chargement d'un cintre.

pas négliger, dans le calcul des cintres, la déformation sous l'effort normal et compter aussi avec les variations hygrométriques et la température.



# MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

MEMBRURES INFÉRIEURES	EFFET DES CHARGES ÉLÉMENTAIRES 1, 2, 3, 4, 5.					PROGRAMMES DE CHARGEMENT																
	barres						1 <sup>er</sup> PROGRAMME				2 <sup>e</sup> PROGRAMME				3 <sup>e</sup> PROGRAMME				4 <sup>e</sup> PROGRAMME			
		1	2	3	4	5	1 + 2	1 + 2 + 3	1 + 2 + 3 + 4	1 + 2 + 3 + 4 + 5	1 + 2	1 + 2 + 5	1 + 2 + 5 + 3	1 + 2 + 3 + 5 + 3 + 4	1 + 5	1 + 5 + 2	1 + 5 + 2 + 3	1 + 5 + 2 + 3 + 4	1 + 5	1 + 5 + 4	1 + 5 + 4 + 2	1 + 5 + 4 + 2 + 3
4	—13,8	—13,5	—3,5	+7,2	+20,2	—27,3	—30,8		—3,4	—27,5	—8,4	—10,6	—3,4	+6,4	—7,1	—10,6	—3,4	6,4	13,6	0,1	—3,4	
8	—9,4	—18,1	—6,9	+5,1	+19,1	—27,5	—34,4		—10,2	—27,5	—8,4	—15,3	—10,2	+9,7	—8,4	—15,3	—10,2	9,7	14,8	—3,3	—10,2	
12	—5,3	—18,5	—9	+3,7	+18,5	—23,8	—32,8		—10,6		—5,3	—14,3	—10,6	+13,2	—5,3	—14,3	—10,6	13,2	16,9	—1,6	—10,6	
16	—3,3	—14	—12,3	+1,5	+17,7	—17,3	—29,6		—10,4		—0,4	—12,7	—10,4	+14,4	+0,4	—11,9	—10,4	14,4	15,9	+1,9	—10,4	
20	—2,1	—8,8	—13,5	—1,5	+16,6	—10,9	—24,4	—25,9	—9,3		+5,7		—9,3	+14,5	+5,7	—7,8	—9,3	14,5	13,0	4,2	—9,3	
24	—1,4	—5,3	—9,5	—5,3	+15	—6,7	—16,2	—21,5	—6,5		+8,3		—6,5	+11,2	+8,3	—1,2	—6,5	11,2	5,9	0,6	—6,5	
28	—1	—3,5	—5,8	—8	+12,2	—4,5	—10,3	—18	—5,8		+7,7		—5,8	+7,2	+7,7			7,2				
32	—1	—2,2	—3,7	—6,7	+8,2	—3,2	—6,9	—13,6	—5,4		+4,8		—5,4	+3	+4,8			3				
36	—1	—1,5	—2,2		+4	—2,5					+1,6				+1,6							
40	—1	—0,8	—1,1			—1,8																

FIG. 64. — Efforts dans la membrure inférieure du cintre de la figure 63.

## CALCUL D'UN GRAND CINTRE

VOUSOIRS		NAISSANCES			REINS			CLÉ		
N <sup>o</sup>	poids	ordonnée ligne	effort simple	effort cumulé	ordonnée ligne	effort simple	effort cumulé	ordonnée ligne	effort simple	effort cumulé
MOMENTS										
1	34,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	46,77	—1,20	—56,124	—56,124	+0,025	+1,169	+1,169	—0,05	—2,338	—2,338
19	11,27	+8,10	+91,287	+35,163	—4,925	—55,505	—54,336	+8,365	+94,274	+91,876
11	25,46	+1,00	+25,460	+60,623	+2,835	+72,179	+17,843	—1,435	—36,535	+55,341
3	44,96	—2,45	—110,152	—49,529	+0,05	+2,248	+20,091	—0,15	—6,744	+48,597
EFFORTS NORMAUX										
1	34,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	46,77	+0,80	+37,416	+37,416	+0,008	+0,374	+0,374	+0,010	+0,468	+0,468
19	11,27	+1,956	+22,044	+59,460	+2,156	+24,298	24,672	+1,920	+21,638	22,106
11	25,46	+1,520	+38,699	+98,159	+1,480	+37,681	62,353	+1,185	+30,170	52,276
3	44,96	+0,815	+36,642	134,801	+0,029	+1,304	63,657	+0,034	+1,529	53,805
EFFORTS TRANCHANTS										
1	34,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	46,77	+0,602	+28,156	+28,156	—0,007	—0,327	—0,327	—	—	—
19	11,27	—0,917	—10,335	+17,821	+0,187	+2,107	+1,780	—	—	—
11	25,46	—0,337	—8,580	+9,241	+0,465	+11,839	+13,619	—	—	—
3	44,96	+0,580	+26,077	+35,318	—0,017	—0,764	+12,855	—	—	—

FIG. 65. — Extrait de la note de calcul d'un grand cintre comportant un grand nombre de chargements successifs.

Le canevas du calcul d'un grand cintre en arc peut être défini comme suit :

- Recherche des constantes de l'arc;
- Recherche des poids élémentaires (poids mort et voussoirs);
- Tracés des lignes d'influence. — Ligne d'influence des réactions d'appui (poussée pour l'arc à deux articulations) — ensuite épure des réactions qui donne l'ensemble des efforts pour chaque charge. (On peut aussi tracer la ligne d'influence de l'effort normal, du moment et de l'effort tranchant pour quelques sections choisies, cinq sections et même à la rigueur trois : naissances, reins, clé.)
- Recherches des efforts dans les sections pour chacune des charges élémentaires;
- Recherche des efforts cumulés successifs pour quelques programmes de chargement et choix de celui qui donne le mieux satisfaction;
- Calcul des efforts du vent ou forces horizontales accidentelles;
- Justification des sections et assemblages (contraintes maxima sous charges verticales et efforts horizontaux);
- Calcul de la flèche sous la charge totale du premier rouleau.

On a aussi à déterminer, dans le cas d'un grand ouvrage :

- les contraintes dans le cintre (et dans l'ouvrage) lors de la construction des rouleaux suivants.

Mais il est rare d'avoir à pousser l'étude aussi loin. En effet, en raison du coefficient d'élasticité élevé des maçonneries ou du béton et de la forte inertie du premier rouleau, on peut, le plus souvent, se dispenser d'analyser le comportement ultérieur du cintre.

Signalons que M. CAQUOT préconise de prévoir un cintre de même type que l'arc qu'il supporte. Il y a ainsi une certaine similitude entre les déformations des deux systèmes superposés. Mais ces questions dépassent le cadre du présent ouvrage et relèvent, non pas de la technique des charpentes courantes que nous nous sommes proposé de traiter, mais de celle des plus grands ouvrages d'art.

Un extrait de la note de calculs d'un grand cintre est donné (fig. 65) à titre d'exemple de canevas.

#### REMARQUES SUR LA DIRECTION A CONSIDÉRER POUR LES CHARGES AGISSANT SUR LE CINTRE.

On a vu (p. 11) que l'on était conduit à considérer une charge normale à la douelle, pour les voussoirs (béton ou maçonnerie) prenant appui sur ceux déjà

construits en contre-bas. Il paraît correct de compter ainsi. Le béton mou se comportant d'ailleurs comme une pâte ne peut transmettre que des pressions normales au platelage. Mais du fait des voussoirs suivants qui agiront sur le premier lorsqu'il aura fait prise, du fait de la déformation du cintre, etc., le phénomène est très complexe. Beaucoup de constructeurs se contentent, quel que soit le cintre et quel que soit le soutien du voussoir, de prendre en compte la charge verticale brutale au lieu des règles indiquées, on ne saurait leur en faire grief. Dans les grands arcs et tant que  $\alpha$  reste  $< 50^\circ$ , les chiffres trouvés sont d'ailleurs très voisins — le calcul sous charges verticales est en outre considérablement plus simple, ce qui est un avantage appréciable.

Pour les voussoirs de retombée et pour  $\alpha < 50^\circ$  il faut au contraire faire très attention aux conditions de mise en œuvre et à la nature du matériau (béton ou maçonnerie) pour apprécier les efforts sur cintre.

Par exemple lorsqu'on construit des voussoirs de retombée en premier lieu (sans charger la clé) à un tel endroit où l'angle  $\alpha$  est fort, la force réelle normale à la douelle qui est forte surtout dans le cas du béton risque de donner une poussée plus faible avec réaction beaucoup moins inclinée que celle produite sous charges verticales. Il peut en résulter pour le cintre une stabilité précaire qui n'a pas été mise en évidence par le calcul.

Le calcul de l'arc à trois articulations fait ci-dessus (fig. 61) avec charges verticales, est repris avec les charges considérées normales à la douelle (fig. 67, p. 22).

On constate bien que les efforts trouvés dans les barres sont de même ordre de grandeur dans les deux cas et que, par conséquent, les discussions à leur sujet seraient stériles mais, en ce qui concerne la phase 1, la deuxième épure (fig. 66) montre, de façon indéniable, qu'il faut prendre garde, dans des cas analogues de chargement, au danger de resserrement du cintre par soulèvement de la clé. Ici, grâce au poids propre du cintre, la réaction est redressée fort heureusement (voir épure, fig. 67, voussoir 1), mais il n'en est pas toujours ainsi.

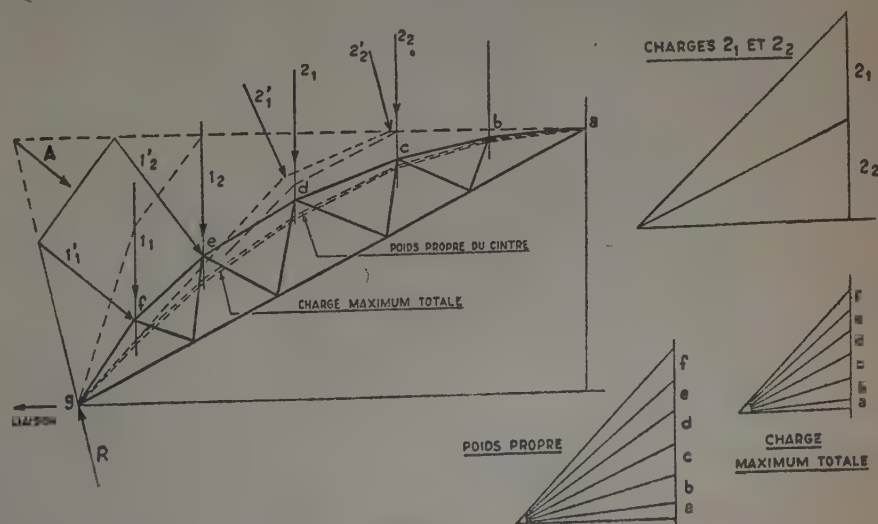
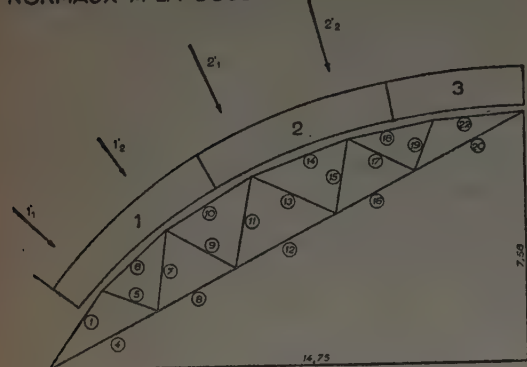


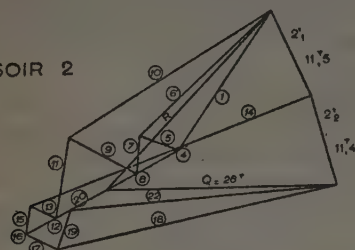
FIG. 66.



EFFORTS CONSIDERES  
NORMAUX A LA DOUELLE



VOUSOIR 2



VOUSOIR 1

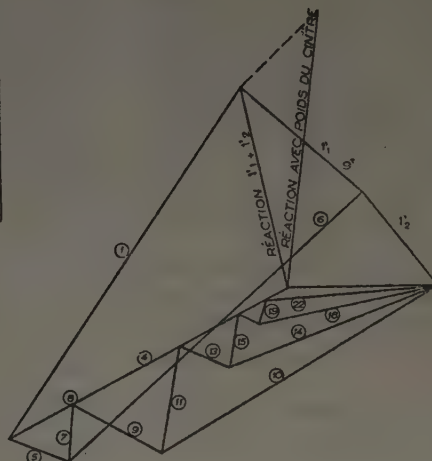


FIG. 67. — Exemple de calcul d'un cintre à trois articulations charges supposées normales à la douelle. Épure.

ce qui est à retenir pour la distribution des charges comme il va être indiqué.

Notons que les conséquences en seraient moins dangereuses dans un arc à deux articulations, puisque la clé y est rigide.

REMARQUES AU SUJET DE  
L'ÉTUDE DU CHARGEMENT  
DES CINTRES.

Le tracé des polygones funiculaires des charges est à recommander lorsque l'on étudie les phases de chargement d'un cintre. Il faut en avoir tracé pour bien sentir le jeu des forces et être un projeteur averti. On ne saurait trop recommander cet exercice au débutant, qu'il s'agisse d'ailleurs de cintres ou de poutres, ou de toutes constructions.

	CHARGES ÉLÉMENTAIRES					PROGRAMME DE CHARGEMENT					
	NUMÉRO des barres	VOUSOIRS			POIDS propre du cintre	1 <sup>re</sup> SOLUTION			2 <sup>e</sup> SOLUTION		
		1	2	3		Cintre + 1	C + 1 + 2	C + 1 + 2 + 3	Cintre + 1	C + 1 + 3	C + 1 + 3 + 2
MEMBRURE SUPÉRIEURE	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
	1	+ 23,5	+ 20,5	+ 3,7	+ 4,8	+ 28,3	+ 48,8	+ 52,5	+ 28,3	+ 32	+ 52,5
	6	+ 22	+ 22,2	+ 4	+ 4,2	+ 26,2	+ 48,4	+ 52,4	+ 26,2	+ 30,2	+ 52,4
	10	+ 18	+ 29	+ 5,5	+ 4,2	+ 22,2	+ 51,2	+ 56,7	+ 22,2	+ 27,7	+ 56,7
	14	+ 12,5	+ 37	+ 8,3	+ 4,3	+ 16,8	+ 53,8	+ 62,1	+ 16,8	+ 25,1	+ 62,1
	18	+ 10,1	+ 35,2	+ 16,8	+ 4,4	+ 14,5	+ 49,7	+ 66,5	+ 14,5	+ 31,3	+ 66,5
MEMBRURE INFÉRIEURE	22	+ 9,5	+ 33	+ 19,6	+ 4,4	+ 13,9	+ 46,9	+ 66,5	+ 13,9	+ 33,5	+ 66,5
	4	- 17,7	+ 10,2	+ 29,5	+ 2,2	- 15,5	- 5,3	+ 24,2	- 15,5	+ 14	+ 24,2
	8	- 13,6	+ 4	+ 28,4	+ 1,7	- 11,9	- 7,9	+ 20,5	- 11,9	+ 16,5	+ 20,5
	12	- 6,8	- 7	+ 26,1	+ 1,1	- 5,7	- 12,7	+ 13,4	- 5,7	+ 20,4	+ 13,4
	16	- 3,2	- 11	+ 21,4	+ 0,6	- 2,6	- 13,6	+ 7,8	- 2,6	+ 18,8	+ 7,8
	20	- 1,4	- 5	+ 9,6	+ 0,4	- 1	- 6	+ 3,6	- 1	+ 8,6	+ 3,6
TREILLIS	5	+ 3,5	- 5	- 0,9	- 0,4	+ 3,1	- 1,9	- 2,8	+ 3,1	+ 2,2	- 2,8
	7	- 3,1	+ 4,8	+ 0,8	+ 0,4	- 2,7	+ 2,1	+ 2,9	- 2,7	- 1,9	+ 2,9
	9	+ 5,6	- 9,3	- 1,8	- 0,4	+ 5,2	- 4,1	- 5,9	+ 5,2	+ 3,4	- 5,9
	11	- 5,9	+ 10	+ 1,9	+ 0,5	- 5,4	+ 4,6	+ 6,5	- 5,4	- 3,5	+ 6,5
	13	+ 2,9	- 3,4	- 3,8	- 0,4	+ 2,5	- 0,9	- 4,7	+ 2,5	- 1,3	- 4,7
	15	- 2,9	+ 3,4	+ 3,8	+ 0,4	- 2,5	+ 0,9	+ 4,7	- 2,5	+ 1,3	+ 4,7
	17	+ 1,2	+ 4,2	- 8	- 0,2	+ 1	+ 5,2	+ 2,8	+ 1	- 7	+ 2,8
	19	- 1,3	- 5	+ 9,6	+ 0,3	- 1	- 6	+ 3,6	- 1	+ 8,6	+ 3,6

NOTA. — Les chiffres correspondent à 2 fermes.

FIG. 68. — Exemple de calcul d'un cintre à trois articulations, charges supposées normales à la douelle. Étude des phases de chargement et efforts dans les barres.

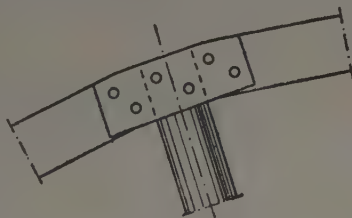
Si l'on a bien dans l'esprit, par exemple, le tracé parabolique du funiculaire des charges réparties (charge complète) (fig. 66, p. 21) qui doit passer confortablement entre les deux membrures et celui avec angles sortants des charges localisées aux reins, on sent ce que ces dernières charges peuvent avoir de nocif pour la membrure inférieure qui se trouve tendue. Dès lors, on ne sera pas satisfait par le seul calcul sous charge totale qui est souvent, et à tort, considéré comme le plus défavorable.

Il y a généralement intérêt à ce que la fibre moyenne d'un grand cintre en arc soit un funiculaire des charges qu'il doit supporter en fin de chargement [premier rouleau de voûte<sup>(1)</sup>]. Pour que les chargements partiels antérieurs ne soient pas trop défavorables par rapport à cette charge finale, on peut les ordonner avec soin en fonction des possibilités d'exécution<sup>(2)</sup> et les fractionner à la demande en augmentant le nombre des voussoirs. Mais le problème est en réalité très compliqué car d'autres conditions interviennent toujours :

- La constitution des rouleaux de voûte suivants dont dépendent les sections du premier.
- Les conditions de montage et de mise en place du cintre, par exemple position imposée pour les axes de rotation dans le cas de rabattement.
- Le surbaissement du cintre et ses proportions (distance entre membrures par exemple) qui, à section égale le rendent plus ou moins apte à résister aux flexions sous charges partielles.
- L'organisation générale du chantier et les délais d'exécution prévus qui peuvent inciter à faire des chargements plus massifs et un cintre plus résistant et plus cher.

Une étude spéciale est donc à faire pour chaque ouvrage avec des tâtonnements préalables que les tracés et calculs graphiques sont de nature à faciliter.

Le tracé graphique (fig. 66), cas d'un cintre à trois articulations, montre bien qu'une charge inclinée appliquée vers les naissances (force A) ayant son point de rencontre avec l'horizontale de la clé (poussée) en arrière de la retombée, risque de fermer le cintre en compas si,



(<sup>1</sup>) On a en effet  $T = 0$ ,  $M = 0$ , et les membrures ne supportent que des compressions.

$q$  étant la poussée totale (distance polaire),  $p$  les charges verticales élémentaires par unité de longueur sur la corde,  $x$  et  $y$  les ordonnées de la fibre moyenne, on a la relation :  $\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{p}{q}$  qui pourrait servir soit à déterminer la fibre moyenne en partant de  $p$  ou à définir la variation de  $p$  (pour  $\frac{p}{q}$  = constante, on a par exemple une fibre parabolique et *vice versa*).

(<sup>2</sup>) Voir notamment la remarque faite chap. IV, parag. 1<sup>o</sup>, au sujet des voussoirs de retombée.

en g, on ne disposait pas d'une liaison suffisante à défaut d'un chargement préalable de la clé ou d'un cintre lourd.

## 9<sup>o</sup> Calcul des assemblages-types.

Les efforts trouvés dans les barres principales, comme indiqué plus haut, sont ceux qui sollicitent les divers assemblages. Ceux-ci sont alors traités suivant les principes généraux définis à la norme.

Pour les cintres, comme pour toutes les constructions, il importe toutefois de réaliser des ensembles homogènes. Par conséquent, il faut assembler toutes les barres pour une traction possible et faire en sorte que la résistance d'un assemblage ne soit pas en disproportion avec celle des barres qui y aboutissent. Ceci n'est pas une règle spéciale à la charpente en bois, puisque en construction métallique rivée par exemple, les règles usuelles d'atelier consacrées par l'usage fixent, en beaucoup d'endroits, un nombre et un diamètre de rivets bien supérieur à ce qu'exigerait le calcul.

Dans les cintres fixes, les assemblages sont simples :

### a) Assemblages vaux-rayons.

C'est celui de trois pièces concourantes comprimées (exceptionnellement tendues à un faible taux). L'assemblage-type est celui de la figure 69 avec couvre-joint tôle ou bois. Vérifier la contrainte de flanc sur le vau, la pression sur l'entaille, veiller au déversement qui doit être tenu par les boulons supérieurs.

On peut aussi utiliser l'assemblage avec coulis de ciment (fig. 70).

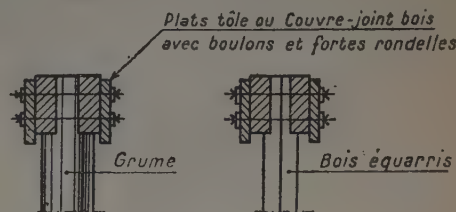
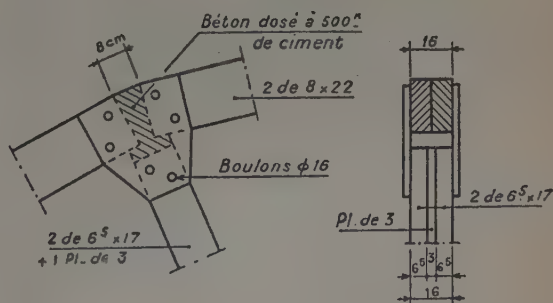


FIG. 69.



Les pièces doivent avoir la même épaisseur.

FIG. 70.



## b) Base des rayons.

On a plusieurs barres concourantes comprimées sur sommier en bois dur (fig. 71). La surface d'appui est à vérifier.

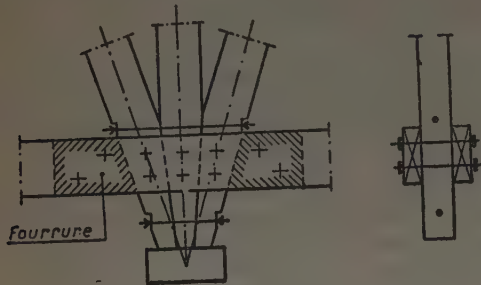


FIG. 71.

Vérifier l'attache de l'entrait qui résiste aux efforts horizontaux et doit comporter des épaulements ou des butées sur fourrures. Par construction, l'entrait se place un peu au-dessus du point de concours des barres. Le décalage sera réduit le plus possible pour ne pas engendrer de moments. S'il n'y a pas d'entrait, l'effort H doit être absorbé par le massif d'appui lui-même (pile en maçonnerie, pieu incliné, frottement sur terrain).

## c) Assemblage des entrails, arbalétriers, treillis, etc...

Ils sont comparables à ceux que l'on rencontre dans les autres ouvrages en charpente. Comme les cintres sont des ouvrages provisoires, on évitera de faire des nœuds ouvragés. Noter qu'en charpente mixte, on peut assembler toutes les pièces par butée sur bois (voir Annexes) ou sur noyau de ciment (fig. 72). Éviter les assemblages de plus de quatre barres qui sont difficiles à réaliser.

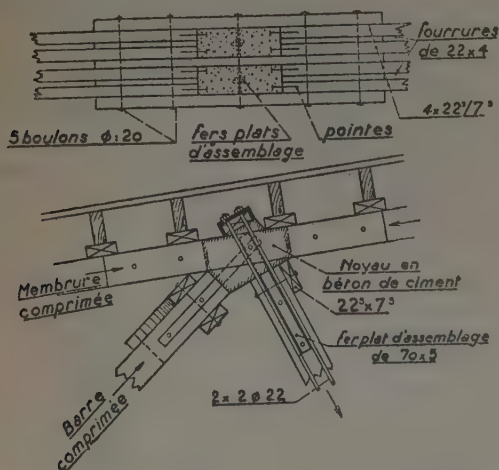


FIG. 72. — Assemblage sur noyau de ciment.

## 10° Calcul des contreventements.

Leur rôle est de résister aux efforts horizontaux pouvant agir en tout point de la construction et de

tenir les nœuds pour parer au flambement des pièces longues (voir NF P21-202, chap. v).

## a) RÉSISTANCE AUX FORCES HORIZONTALES (vent).

La triangulation, constituée par des pièces de contreventement proprement dites associées aux pièces principales du cintre, doit être complète pour transmettre toute force horizontale jusqu'au sol. Avant de définir l'ensemble de l'ossature, aménagée à cet effet, voyons quels peuvent en être les éléments principaux.

On peut créer des poutres horizontales :

a) poutres ayant pour membrures celles des fermes, pour montants les couchis, pour treillis le platelage posé à 45° (fig. 73);

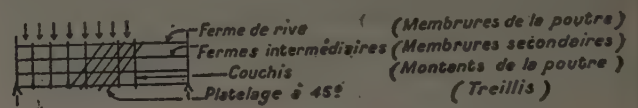


FIG. 73.

b) poutres ayant pour membrures celles des fermes, pour treillis croisés une double épaisseur de platelage à 45° (fig. 74);

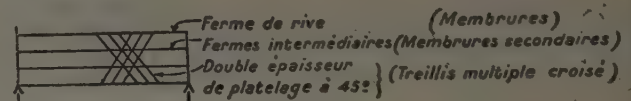


FIG. 74.

c) poutres où le treillis est constitué par des croisillons cloués sous les membrures supérieures des fermes (fig. 75) avec disposition en N ou en croix de Saint-André;

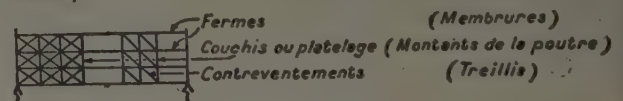


FIG. 75.

d) aux membrures inférieures de fermes, on peut associer des croisillons intermédiaires et liens formant montants (même schéma que fig. 75).

On peut créer des poutres verticales ou obliques portant d'une poutre horizontale à l'autre, en triangulant une série transversale de montants de fermes, de rayons ou de contre-fiches (fig. 76).

On peut créer des consoles encastrées à leur base, ou des portiques, si la partie haute du cintre ne peut être tenue (fig. 77).

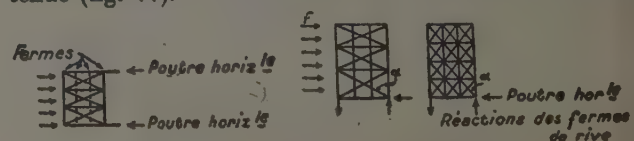


FIG. 76.

FIG. 77.

On distribue ensuite de façon rationnelle les systèmes partiels ci-dessus en fonction du type de ferme que l'on a et des proportions de la construction pour en faire un ensemble stable et de schéma simple. Il est facile alors, en fonction de ce schéma, de faire le calcul du cintre sous le vent <sup>(1)</sup>.

#### Exemple 1.

Au cintre du pont du Mée (Ann., p. 3 à 5) on a le système de la figure 77 sur deux files de rayons par appui.

Avec une force en tête de :

$$f = 100 \text{ kg} \times 2,00 \times 3 \times 0,80 = 480 \text{ kg}$$

et une force répartie que l'on pourrait calculer, compte tenu des vides et pleins, mais que nous prenons ici, pour simplifier, de 200 kg par mètre, nous aurons :

Moment de renversement :

$$480 \times 8 + \frac{200 \times 8^2}{2} = 8\,000 \text{ kgm}$$

$$T = 480 + 1\,600 = 2\,080 \text{ kg.}$$

Réaction maximum supplémentaire sur rive (103) :

$$\frac{8\,000 \times 4,5}{2(1,5^2 + 3^2 + 4,5^2)} = 570 \text{ kg}$$

qui sont à ajouter (ou à retrancher) aux réactions trouvées ci-avant (max. = 13,6 t + 0,57 = soit 14,2 t).

Effort maximum dans les barres de contreventement :

$$N = \frac{2\,080}{12} \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{2\,080}{12 \times 0,707} = 245 \text{ kg (planche de 4)}$$

pour l'attache : 5 clous de 90/39 conviennent.

Une poutre horizontale est constituée, en outre, dans le plan de l'entrait suivant schéma (fig. 75) pour répartir les efforts entre les appuis et au besoin les reporter sur rive.

#### Exemple 2.

Cintre du pont de Neuilly-sur-Marne. On a, ici (Ann., p. 20 à 23) :

1 poutre horizontale sur membrures supérieures des fermes;

1 poutre horizontale sous membrures inférieures; des triangulations sur plan oblique (type fig. 76).

Ne pas oublier qu'un tel schéma (fig. 78) suppose un cadre d'appui *abcd* bien constitué, reportant l'effort tranchant de la poutre supérieure de *ab* en *cd*, faute de quoi le système résistera comme schéma (fig. 79) avec portiques élémentaires (comme fig. 77) chargeant ou soulevant les fermes des rives.

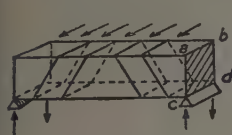


FIG. 78.

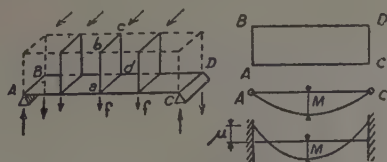


FIG. 79.

(1) L'effort du vent à considérer sera déterminé en fonction des règlements en vigueur et d'après la situation des lieux. On ne saurait trop recommander de considérer également la résistance du cintre, sous l'effet d'une force horizontale de valeur forfaitaire choisie (1 t par exemple) appliquée en un point quelconque.

#### Exemple 3 (voir cintre du pont de Tarascon).

On a le même ensemble que dans l'exemple 2. La poutre horizontale est constituée avec le platelage à 45°.

Dans le schéma figure 79, le calcul de la poutre horizontale ABCD peut s'effectuer en la supposant en travée libre de A à C (extension complémentaire dans la membrure AC de la ferme de rive qui s'ajoute à l'extension due aux flexions verticales sous les forces additionnelles élémentaires *f* provenant des consoles *abcd*).

Si les appuis ABCD étaient rigides (réalisés, par exemple, contre une culée avec butée et ancrages), la flexion de A à C pourrait se faire en considérant la travée encastree.

#### Exemple 4.

Au cintre du viaduc de Longeray, on a une poutre courbe d'extrados, type figure 74, une poutre d'intrados, type figure 75.

Ces poutres courbes de douelle et d'intrados ont été aménagées dans tous les grands cintres. Elles sont utiles même dans les grands cintres fixes (dans le cas du schéma fig. 22 par exemple).

Les poutres courbes de cette espèce (fig. 80) sont considérées comme encastrees aux retombées, tant horizontalement (moments *M<sub>h</sub>* et *μ<sub>h</sub>*) que verticalement (moments *M<sub>v</sub>*), dès lors ces retombées subissent un moment résultant qui est la composante de *μ<sub>h</sub>* et *M<sub>v</sub>* et est situé à peu près dans leur plan. La poussée *Q* se trouve déplacée de *Q* en *Q'* et l'effort tranchant à considérer pour les treillis est égal à *Σf*.

Pour les cintres très élancés ou peu larges par rapport à leur longueur entre appuis, des câbles de retenue peuvent avantageusement être prévus (fig. 81). Veiller à l'étude de leurs tensions initiales, car pour être efficaces ils doivent être moins souples que le cintre lui-même (des indications figureront au chapitre IX du Manuel).

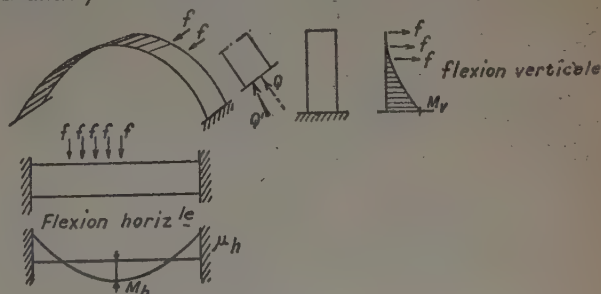


FIG. 80.

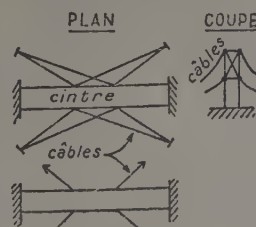


FIG. 81.

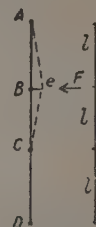


FIG. 82.



## b) RÉSISTANCE AU FLAMBEMENT.

Il faut prendre garde au flambement local des barres et faire en sorte qu'elles soient bien tenues aux points considérés comme fixes pour la détermination du coefficient d'élancement  $\lambda$  (voir normes). Encore faut-il que les attaches de ce point fixe soient solides. On peut évaluer la résistance nécessaire de l'attache en fonction d'une excentricité  $e$  prise par hypothèse. Soit une barre ABCD (fig. 82), treillis ou poteau comprimé; la charge  $N$ , supposée excentrée, donne un moment dans la barre :  $N_e$ ; pour tenir ce moment dans la travée AC, il suffit d'une force  $F$ , celle de l'attache. En prenant pour limite de  $e$  le  $1/3$  de  $a$  = dimension de la barre, on peut tirer la valeur minimum de  $F$  à prendre en compte :

$$M = \frac{Fl}{\alpha} = N_e \quad F = \frac{N_e \alpha}{l},$$

$\alpha$  étant le coefficient de continuité applicable égal à 2 ou à 3, ce qui peut justifier la règle pratique suivante : prendre  $F = 0,1 N$  (qui correspond à l'élancement 0,10) et reste valable pour les élancements courants.

Les éléments groupés doivent eux-mêmes former des ensembles rigides, calculables au flambement suivant les règles prescrites par les normes.

Les conditions de résistance au flambement conduisent souvent à ajouter d'autres triangulations à celles déterminées pour répondre aux efforts horizontaux.

Mais, là encore, ce n'est pas une technique spéciale aux cintres.

## 11° Déformation des cintres. Contreflèches à donner.

Il faut toujours calculer les déformations probables des cintres, sauf à arrondir et majorer les chiffres trouvés pour tenir compte des tassements d'assemblages, tassements d'appui, etc. (Penser aux bois pris de flanc qui accroissent considérablement les déformations). Le tableau (chap. VII) donne, pour quelques cintres, les flèches que l'on a constatées.

On a parfois fait l'essai de flexion de poutres à plat, avant pose, sous efforts connus appliqués par vérins. C'est une méthode excellente lorsqu'on peut l'appliquer (1).

Pour ne pas avoir de flèches supérieures au  $1/500$  de la portée, on estime qu'il ne faut pas donner à une poutre une hauteur inférieure au  $1/10$  de sa portée.

Pour ne pas avoir  $f > \frac{l}{300}$ , il faut que la hauteur soit supérieure au  $1/20$  de sa portée.

Les contreflèches à prévoir sont la somme des flèches probables du cintre et de celles de l'ouvrage lui-même (fig. 83).

(1) Les poutres du cintre de Tarascon (chap. II, parag. f) ont été essayées ainsi : sous une charge de 40 t répartie en quatre points la flèche a été de 15 mm.

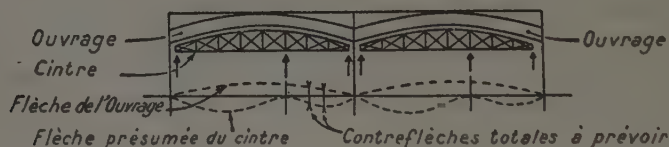


FIG. 83.

# IV. — DISPOSITIFS SPÉCIAUX

## 1° Support provisoire des joints secs et voussoirs.

Nous donnons le schéma (fig. 84) du dispositif à prévoir pour les supports de voussoirs coulés sur un platelage incliné; il s'agit simplement de constituer des fermettes en équerre solidement bridées sur les fermes, et résistant à la force  $F$  (composante horizontale du poids du voussoir). Ces fermettes seront en bastaings, madriers, ou en trois épaisseurs de planches clouées comme figuré au croquis.

Si deux voussoirs sont voisins avec intervalle réservé, il suffit de butonner le coffrage du voussoir supérieur sur le voussoir suivant (fig. 85).

La constitution de cette charpente doit permettre ultérieurement une dépose par éléments avec construction par parties du voussoir qui manque. Si la douelle

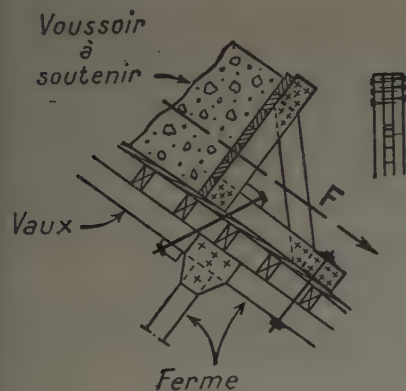


FIG. 84.

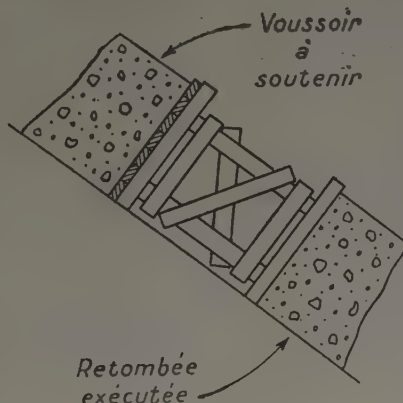


FIG. 85.

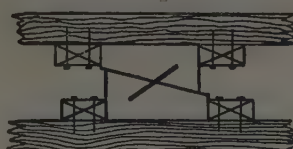
a une assez forte pente, ceci présente de la difficulté et il vaut mieux dans ce cas régler les phases de chargement pour que, vers les retombées, les voussoirs soient autant que possible construits à l'avancement.

## 2° Procédés de décintrement.

On fait reposer les cintres sur leurs appuis par l'intermédiaire des dispositifs suivants :

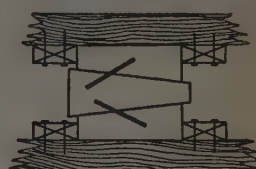
- appui direct sur couches en bois dur;
- coins doubles (fig. 86);
- coins triples (fig. 87);
- boîtes à sable (fig. 88 et 89);
- vérins (rarement).

Il faut que le décintrement ne soit pas brutal, afin d'éviter des désordres toujours possibles dans l'ouvrage. Celui-ci a, en effet, un poids souvent énorme qui, accusant un déplacement non négligeable, engendrerait une force vive pour laquelle il n'est pas conçu, et préjudi-



COINS DOUBLES

FIG. 86.



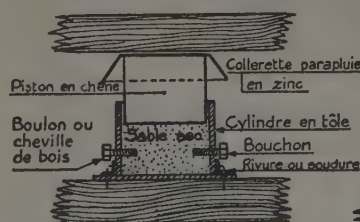
COINS TRIPLES

FIG. 87.

ciable à la sauvegarde de parties fragiles (articulations, par exemple).

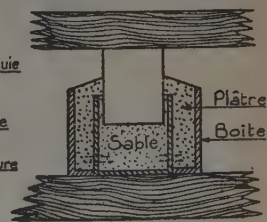
Grâce à la qualité des liants actuels, les risques du décintrement sont bien moindres qu'autrefois, où l'on décintrait avec des mortiers de chaux encore plastiques qui provoquaient des affaissements considérables (1). On prendra toutefois d'autant plus de précautions que l'ouvrage sera plus important et que sa flèche présumée sera plus grande.

Si l'appui est fait sur couches, on peut scier partiellement la base des poteaux et provoquer l'affaissement par écrasement progressif de la section réduite.



BOÎTE A SABLE

FIG. 88.



BOÎTE A SABLE  
(PROTECTION PLÂTRE)

FIG. 89.

(1) Au vieux pont de Neuilly de Perronet (ouverture 39 m) les affaissements à la clé furent :

26-7-1772 (pose de la clé).....	0,282 m.
du 14-8-1772 au 3-9-1772 (décintrement)	
0,338 à .....	0,500
après pose du pavage et parapets .....	0,595
en 1777 .....	0,635

cotes cumulées



Les coins doubles (fig. 86) et même les coins triples (fig. 87), pourtant préférables, ne constituent, eux aussi, qu'un procédé rudimentaire car il faut frapper fort pour en amorcer le déplacement. A la longue, les bois, en effet, prennent leur empreinte et ils ne glissent plus. Il est nécessaire de choisir des pièces en bois dur dont on aura limité la contrainte à un taux modéré. Il faut voir dans les coins un procédé simple de réglage lors de la pose plus qu'un procédé de décintrement proprement dit.

Les boîtes à sable, par contre, permettent une descente progressive réglable à volonté en dosant et arrêtant les sorties de sable (fig. 88).

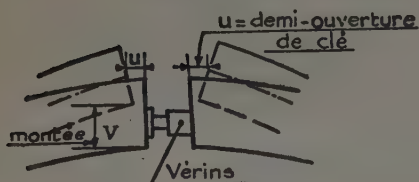
Le piston est en chêne, la boîte cylindrique en acier<sup>(1)</sup>, le sable est séché au feu pour être bien coulant. Un couvercle en zinc, un solin, un enveloppement complet en plâtre (fig. 89) ou tout autre dispositif donnant une bonne étanchéité, est nécessaire contre la pluie ou l'humidité pour que le sable reste fluant.

La section de la boîte est conditionnée par la charge et la section d'appui du piston sur la couche. L'épaisseur de la tôle et la résistance du joint à la base sont calculables en prenant par excès les pressions sous piston comme pression interne. Il est recommandé de bien contreventer entre semelles supérieure et inférieure dans l'intervalle des boîtes à sable (contreventement tendant à s'opposer au déversement des boîtes).

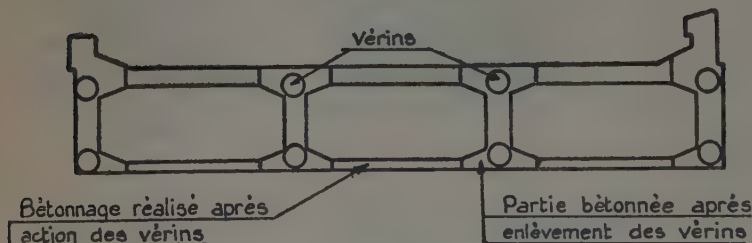
On peut compter approximativement sur les charges utiles suivantes :

DIAMÈTRE DU PISTON	CHARGE MAXIMUM EN TONNES
Ø 20	15 t
25	25
30	35

## SCHEMA



## COUPE TRANSVERSALE



## REMARQUES SUR LA MISE EN CHARGE DES ARCS PAR ACTION DE VÉRINS A LA CLÉ.

Ce système, innové par M. FREYSSINET au pont de Villeneuve-sur-Lot, est appliqué maintenant couramment (voir exemple fig. 90). Il consiste à mettre l'arc en charge et à régler la position de la poussée à la clé en vue d'obtenir le plus de marge possible pour la résistance aux efforts ultérieurs : surcharges, retrait résiduel, température, etc.

L'opération est souvent appelée décintrement, mais à tort. Elle ne suffit pas, en effet, pour libérer le cintre. Dans les arcs encastrés, le soulèvement de la clé qui en résulte est minime et il est évident que le risque de fissurer les retombées interdit de l'accentuer. Dans les arcs articulés aux naissances, bien que le soulèvement puisse être beaucoup plus fort puisqu'un pivotement pur autour des articulations peut intervenir, on n'arrive cependant pas à décoller le cintre qui reste toujours plaqué aux retombées.

Pour que le cintre puisse être enlevé facilement, surtout si l'on envisage une réutilisation, il doit donc être muni quand même des dispositifs appropriés : coins ou boîtes à sable, faute de quoi il faudrait ruiner les appuis.

Noter que dans les cas ordinaires (sans intervention de vérins) pour que le cintre soit théoriquement libéré, il faut un abaissement  $F$  de ses appuis, égal au moins à la somme de la flèche  $f_c$  prise par le cintre pendant son chargement et de la flèche  $f_v$  que devra prendre la voûte pour se mettre en charge. Cet abaissement doit être majoré, en outre, d'une valeur  $a$  supplémentaire permettant d'assurer le décollement proprement dit.

$$F = f_c + f_v + a.$$

L'action des vérins, si elle est limitée à la mise en charge, élimine donc simplement l'abaissement  $f_v$ . Il n'en reste pas moins nécessaire d'abaisser le cintre de la valeur  $F = f_c + a$ .

## COUPE LONGITUDINALE A LA CLÉ

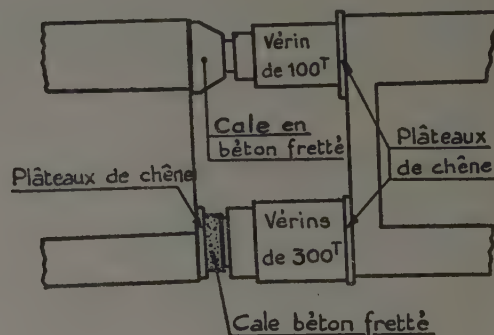


FIG. 90. — Mise en charge du viaduc du Mée (ouvrage Ann., p. 10 à 13).

<sup>(1)</sup> Un type de boîte à sable parallépipédique, breveté S. G. D. G., est à signaler. Il est de faible épaisseur et a été utilisé récemment pour constituer l'articulation de clé de certains cintres (par ex. pont sur l'Herbasse, Drôme, portée 31 m et de Salvétat n° 62-63. p. 34).

## V. — PROCÉDÉS DE MISE EN PLACE DES CINTRES

Ce sont ceux applicables à toutes les grosses charpentes. Dans tous les cas, les bois sont montés sur aire de traçage et bien repérés. Le montage en place s'effectue ensuite en fonction de la disposition des lieux et des moyens de levage dont dispose l'Entreprise.

### CINTRES FIXES.

Les bois sont montés directement en place par poteaux isolés ou par parties.

### POUTRES.

Elles sont levées et mises en place par tronçons entiers, généralement par travées entières. Elles sont levées par grues, pontons-grues, etc... qui les saisissent en un seul point ou deux points (exemple : poutres de Neuilly, Ann., p. 20 à 23).

### CINTRES RETROUSSÉS TRADITIONNELS, ARCS.

Ils sont, comme les poutres, placés ferme par ferme. Des entretoisements amovibles ou des tirants provisoires peuvent consolider ces éléments pour la résistance au cours de la mise en place. On a souvent besoin aussi d'établir des patins de repos horizontaux rapportés sur des entrails inclinés pour permettre l'appui sur le support provisoire (chemin de roulement, ponton, palée de montage).

Les arcs sont parfois montés verticalement puis rabattus.

Voici quelques exemples :

- Le cintre du pont de Longeray (Ann., p. 26 à 31) a été rabattu avec jonction à la clé.
- Celui de Nogent-sur-Marne (même type que Longeray, mais plus surbaissé) a comporté deux tronçons montés verticalement, puis rabattus, avec tronçon intermédiaire descendu par le téléphérique desservant le chantier.
- Le cintre de Saint-Hilaire-Saint-Nazaire a été rabattu avec partie centrale montée, suspendue par câbles (Ann., p. 32).
- Celui de la Coudette (fig. 42) a été construit à plat sur palées légères, puis levé sur pylôns central pendant l'intervalle annuel des basses eaux du Gave (août-septembre).
- Le cintre du pont de la Caille a été construit sur une passerelle suspendue par câbles qui suivait le tracé de l'intrados des arcs.

Certains grands cintres en arcs ont été construits sur supports provisoires en éventail à appuis multiples. Les cintres du pont de Plougastel ont été mis en place par flottage.



VI. — INCIDENTS ET ACCIDENTS  
SURVENUS EN COURS DE MONTAGE OU D'UTILISATION DE CINTRES

Précautions à prendre.

Des cintres à trois articulations ont chassé des naissances parce que trop chargés initialement aux retombées. Charger la clé à temps (voir calcul des cintres et fig. 66).

Des cintres ont accusé des déformations parce que chargés dans un ordre quelconque et non symétriquement (suivre les prescriptions du chargement qui ont servi de base à l'étude du cintre).

Un cintre fixe en éventail s'est abattu parce qu'une tempête est survenue malencontreusement en cours de construction; la poutre courbe de contreventement prévue au niveau de la douelle n'était pas encore constituée. Les rayons n'ayant pas de contreventement propre n'ont pu résister seuls au renversement. Ne pas oublier qu'une construction doit être étudiée pour rester stable pendant toutes les phases de sa construction, de son emploi et de son démontage.

Les piédroits d'un portique ont flambé parce que sa hauteur était grande par rapport à l'empattement entre fermes de rive et qu'une forte charge verticale a été appliquée accidentellement sur une passerelle de service en encorbellement, qui n'était destinée qu'à la circulation du personnel.

Veiller aux proportions générales d'un système et au flambement général.

Le grand cintre de Sandö en Suède (portée : 247 m, largeur : 12 m) s'est effondré par insuffisance du contreventement horizontal ayant entraîné le flambement transversal. Ici l'élanement était exceptionnel :

$h = 1/70$  de l'ouverture. Chaque membrure était constituée par 220 planches de  $216 \times 54$  mm juxtaposées verticalement de champ. Un double platelage croisé eût sans doute procuré la rigidité horizontale nécessaire et évité l'effondrement. On a incriminé également certains clouages : pointes de 80/320 enfoncées sans avant-trou dans des pièces minces et ayant amorcé par fendage des lignes de moindre résistance.

(Voir *Génie Civil* du 27 avril 1940, S. W. B. Z. du 20 janvier 1940.)

Veiller aux proportions générales du cintre et à son contreventement.

Si le cintre travaille en voûte, bien buter les retombées au-dessus des boîtes à sable ou calages (ceux-ci ne peuvent tenir que des efforts verticaux).

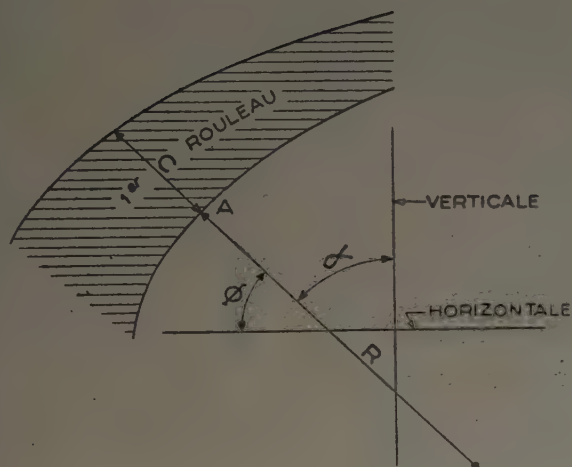
Quand les problèmes se posent, ne pas hésiter à avoir recours au laboratoire d'essais :

— La S. N. C. F. a eu fréquemment recours à de tels essais pour définir les types de charpentes utilisés lors de la reconstruction.

— L'Entreprise COIGNET a fait des essais vraie grandeur pour la résistance des attaches clouées sur madriers des treillis du pont de Saint-Hilaire-Saint-Nazaire (Ann., p. 32).

— Si des travaux durent longtemps, avoir encore recours au laboratoire pour déceler à temps la diminution de résistance des bois et ses causes : attaques de champignons ou bactéries, humidité, etc... (exemples nombreux d'échantillons prélevés sur pieux et sur cintres en service, pourriture des bois du pont de la Coudette, voir *Travaux* de mars 1944).

VII. — DOCUMENTATION ET RENSEIGNEMENTS NUMÉRIQUES  
CONCERNANT LES CINTRES



a) TABLEAU DONNANT LES CHARGES NORMALES A LA DOUELLE, D'APRÈS SÉJOURNÉ (voir p. 11 ci-dessus).

Pression  $p$  normale à la douelle, exercée sur le cintre en un point A par mètre carré de douelle. Règle SÉJOURNÉ : valable pour les voûtes en pierre et lorsque les voussoirs sont soutenus jusqu'aux naissances

$$p = dc \left( 1 + \frac{c}{2R} \right) \sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha} \quad (1)$$

(1) L'expression  $dc \left( 1 + \frac{c}{2R} \right)$  est le poids de la maçonnerie par mètre carré de douelle, avec :

$c$  épaisseur du rouleau porté par le cintre,  
 $d$  densité de la maçonnerie,  
 $R$  rayon de courbure en A.

$\alpha$	$\sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha}$	$\alpha$	$\sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha}$	$\alpha$	$\sqrt{\cos \frac{3}{4} \alpha}$	$\alpha$	$\sqrt{\cos \frac{4}{3} \alpha}$
0°	1	18°	0,955795	35°	0,828396	52°	0,594079
1°	0,999864	19°	0,950701	36°	0,818003	53°	0,575380
2°	0,999457	20°	0,945319	37°	0,807252	54°	0,555892
3°	0,998780	21°	0,939652	38°	0,796134	55°	0,535540
4°	0,997834	22°	0,933693	39°	0,784641	56°	0,514232
5°	0,996612	23°	0,927442	40°	0,772761	57°	0,491855
6°	0,995121	24°	0,920895	41°	0,760481	58°	0,468272
7°	0,993359	25°	0,914030	42°	0,747792	59°	0,443301
8°	0,991323	26°	0,906904	43°	0,734676	60°	0,416711
9°	0,989013	27°	0,899454	44°	0,721121	61°	0,388182
10°	0,986429	28°	0,891694	45°	0,707107	62°	0,357270
11°	0,983571	29°	0,883625	46°	0,692614	63°	0,323308
12°	0,980440	30°	0,875240	47°	0,677619	64°	0,285234
13°	0,977030	31°	0,866533	48°	0,662096	65°	0,241132
14°	0,973343	32°	0,857502	49°	0,646017	66°	0,186814
15°	0,969378	33°	0,848139	50°	0,629348	67°	0,107867
16°	0,965131	34°	0,838440	51°	0,612051	67° 30'	0
17°	0,960605						



b) TABLEAU DONNANT LES CARACTÉRISTIQUES DE CINTRES DE DIVERS TYPES AYANT ÉTÉ EXÉCUTÉS  
OU ÉTANT EN COURS D'EXÉCUTION OU D'ÉTUDE.

NOMBRE de référence	DATE de cons- truction	TYPE de cintre du fig. n°	Désignation de l'ouvrage	CARACTÉRISTIQUES DE L'OUVRAGE CONSTRUIT			CARACTÉRISTIQUES DU CINTRE					OBSERVATIONS diverses et références (voir légende au § bibliographie)			
				Voie portée par R = route V = voie ferrée	Ouvr- ture	Montée	Forme de la voûte et nature des maçonneries M = maçonnerie B = béton B. A. = béton armé	C = ciment C = chaux nature du liant	Epaisseur moyenne du 1 <sup>er</sup> rouleau (porté par le cintre)	Espace- ment des appuis	Montée		Espace- ment des fermes	Cube de bois par m <sup>2</sup> de donnelle	Poids de fer par m <sup>2</sup> de donnelle
					m	m			m	m	m	m <sup>3</sup>	kg	mm	
1 <sup>o</sup> Cintres fixes.															
1	1901	10	Courabent	12	10	Ellipse	C	3 à 1,4	4	1,5	0,24	8,3	5		—
2	1903	11	Saint-Waast	20	21,5	Plein cintre	C	10	10	1,5	0,30	14,4			—
3	1900	11	Luxembourg	23	27,5	Plein cintre	C	6,5 3,7	7,5	1,5	0,66	22,8	18,7		—
4	1884	12	Muratel	61,5	25	Arc M.	C	9,1 6,4	15,4	1,5	0,70	20,8	31		—
5	1912	13	Lavaur	50	16,1	Arc M.	C	8,4 4,7	17,0	1,56	0,71	28,6	14		—
6	1889	13	Eaux salées	62	11	Plein cintre M.	C	6,0 5,0	13,0	1,90	0,54	13,5	36		—
7	1904	14	Gour-Noir	46	11	Arc M.	C	7,5	9	1,40	0,59	24,8	13		—
8	1904	14	Amidoniers	50	15,9	—	C	0,5 0,8		1,65	0,52	12,2	15		—
9	1884	17	Antoinette	36,4	4,7	Arc	C	0,7 1,0		1,28	0,89	5,0	30		—
10	1904	18	Andrezieux	59	9,8	Arc articulé B.	C			1,80	0,43	7,3			—
11	1904	19	Illerbeuren	38	8,8		C	6,2	8	1,50	0,35				—
12	1906	19	Ouroux	50	8,2	Arc B., tympans évidés tablier B. A.	C			0,96	0,77	21,6	25		—
13			Guggersbach (Suisse)												—
14	1909	19	Krummenau (Suisse)	63	13,8	Arcs tympans évidés	C								Chap. II
15	1915	19	Villeneuve-sur-Lot	96	15,4	Arcs isolés B. A.	C								SEJOURNÉ
16	1940	19	Maisons-Laffitte	29,5		Ellipse M. et B.	C	0,8	8	1,50	0,32	7,5	6,5		S. N. C. F.
17	1945	19	Type S. N. C. F. (Le Mée)	39	12	Ellipse B.	C			1,30	0,53	4,5			T. fév. 1947
18	1872	20	Diabie (Italie)	55	13,5	Ellipse	C								
19	1940	20	Epinay	28			C								
20	1940	20	Ay et Balazuc	23-30		Ellipse	C	1,00	5,5		0,67				T. janv. 1947
21	1946	22	Étudié	35	24	Arc B.	C								Et. COIGNET
22	1946	22	Sur la Somoy (Ardennes)	21	5,7	Ellipse	C								Congrès
23	1947	22 et 11	Saint-Julien	62	15	Arc	C								Forestier 1946
24	1938	11	Berne (sur l'Aar)	83	30	Ellipse	C								tome II, pl. IX
				Type fig. 10 avec 3 faisseaux de rayons											

Type fig. 10 avec 3 faisceaux de rayons

26	1911	23	V	Saillard	12	6	—	Cx	12	11	1,40	0,24	2,1	—	S. N. C. F. Chap. II —
27	1873	24	V	Pompadour	25	12,5	—	—	25	—	1,50	0,53	5,8	—	
28	1912	30		Plaines	30		Voûte		30		1,33	0,69	51	—	
29		20		Saint-Waast	20		—	C			1,50	0,28	15,2	21	
30	1907	25		De Ramonails	40	12,9	Arc M.				1,35	0,47	22,7		
31		26		Sur la Salindrinque	30	15	Plein cintre				1,50	0,48	9,5		
32	1900	29		Sur l'Arce	25	12,5	—		25	12,5	1,5	0,26	35,6		
33	1902	29		Courfance	25	12,5	—		25	12,5	1,5	0,26	35,6		
34	1900	29		Du Sornin	35	17,5	—		35	20	1,5	0,51	40,8		
35		30	R	Scarassoni	48		Ellipse surhaussée		48	40	1,5	0,34	22		
36	1900			Luxembourg	84	31	M.	C	56	22	1,6	0,63	95		
37	1944	27		Type S. N. C. F.	6		Plein cintre		6			0,10			
38	1944	27		—	8		—		8		1,2	0,12			
39	1944	28	V	Tarascon	20	6,5	Ellipse	C	20	6,5	1,3	0,22			
40	1945	33			60	5	Arce creux. B. A.	C	20	poutres	1,1	0,30	45	1,5	
41	1946	34	V	Neuilly-sur-Marne	67	9	—	C	27	poutres	1,50	0,41	65 (1)	20	
42	1941	36	V	Limay S. N. C. F.	34	10,4	Ellipse M. et B.						125 (2)		
43	1945	36	V	Maisons-Laffite	32	10,4	Ellipse	C	31	5,00	1,00	0,30	29	21	
44	1941	36	V	Mathaux	31	5,0	Arc B. A.	C	103	15,00	1,50	0,85	50		
45	1939	36	R	Coudette	111	17	Arc du Bowstring B. A.								
46	1947	36-37	V	La Jonelière	95	12	Arc creux B. A.	C	91,80	6,50	2,20	0,43	70 env.		
47	1941			Poussonnas					80						
48				Sautet					92						
49	1941			Artully					110						
50	1942	37	V	Longeray	60	60	Arc creux B. A.	C	45	45	1,16	0,5			
51	1946	37	V	Nogent-sur-Marne	80	19	—		55	18	1,0	1,7			
52	1946	37	V	Étude faite	85	30	Arc B.	C	72	22	1,25	0,56		69	
53	1947	37	R	Bellegarde	79	27	Arc		80			0,60			
54	1945		V	Genève-Jonction	45,9	18	B. M.	C	45,9	18		0,42			
55					52,3	19			52,3	19	1,50 (env.)	dont 0,13 bois collés			
56					57,9	20			57,9	20					
57	1946		R	Saint-Hilaire-Saint-Nazaire	150	35	Arc B.	C	103		0,56	0,60			
58	1939		V	Berne (sur l'Aar)			Arc creux B. A.				1,20				
59				La Caille	140										
60	1939			Sandö (Suède)	247										
61	1946	22	R	Saint-Pierre-du-Vauvray	132	22,5	Arce creux B. A.	C	30	3,8	2,00				
62	1946	36	R	Sur l'Herbasse (Drôme)	314	7,85	Ellipse 2 anneaux	C	27,50						
63	1948	36	R	La S. Vétal-sur-Agout (Hérault)	45	9,67	Arc M.		44	9,05	1,50	0,30 <sup>(1)</sup>	25		

(1) Les membrures sont en demi-grumes.



**c) RÈGLES PRATIQUES D'AVANT-PROJET DONNANT LE CUBE DE BOIS ET LE POIDS D'ACIER À PRÉVOIR POUR LES CINTRES « FIXES » ET LES CINTRES RETROUSSÉS :**

**Formules Séjourné.**

Donnant pour une voûte d'ouverture  $L$  le cube de bois présumé  $K$  (en mètres cubes) par mètre carré de douelle et le poids d'acier  $p$  (en kilogrammes).

(1)  $K = 0,06 + 0,01 L$

*Cintres fixes.*

Valable tant que  $h < \frac{L}{2}$  ( $h$  = distance entre la clé et les appuis).

*Cintres retroussés.*

(2)  $K = 0,04 + 0,012 L$

(3)  $p = 1,2 L - 8$

Ex. : Pour  $L = 100$  m (1)  $K = 0,06 + 1 = 1,06 \text{ m}^3$   
 (2)  $K = 0,04 + 1,2 = 1,24 \text{ m}^3$   
 (3)  $p = 120 - 8 = 112 \text{ kg}$ .

**Formules proposées.**

Plus sévères que les formules SÉJOURNÉ et correspondant à une utilisation moderne du bois et à une limitation très stricte de la charge du premier rouleau.

*Cintres fixes.*

(4)  $K = 10^{-5} (6\,000 + 850 L - 1,5 L^2)$

(5)  $p = 30 \text{ kg d'acier par mètre cube de bois en œuvre ;}$

$L$  = ouverture de l'ouvrage ( $L < 150$  m);  
 $K$  = cube de bois à prévoir par mètre carré de douelle pour le cintre proprement dit à l'exclusion des appuis, quand  $h \leq \frac{L}{2}$  ( $h$  = distance entre clé et appuis).

Ex. : Pour  $L = 100$  (4)  $K = 10^{-5} (6\,000 + 85\,000 - 15\,000) = 0,76 \text{ m}^3$

(5)  $p = 0,76 \times 30 = 23 \text{ kg}$

*Cintres retroussés.*

(6)  $K = 1,06 - 1,46 (260 - L)^2 10^{-5}$

(7)  $p = 80 \text{ kg d'acier par mètre cube de bois en œuvre.}$

Ex. : Pour  $L = 100$  (6)  $K = 1,06 - 1,46 (260 - 100)^2 10^{-5} = 1,06 - 0,374 = 0,686$

(7)  $p = 0,686 \times 80 = 55 \text{ kg.}$

**Observations.**

*Cubes de bois  $K$  donnés par les formules 4 et 6.*

Ils s'entendent pour un premier rouleau dont le poids  $P$  en tonnes par mètre carré de douelle est de l'ordre de :

(8)  $P = (L + 60) 0,0165$

Exemple pour  $L = 100$  m,  $P = 2,64$  t,

Si ce poids évalué ressort à  $P' \neq P$ , on peut prendre une valeur de  $K$  rectifiée :  $K'$  telle que  $K' = K \times \frac{P'}{P}$ .

Exemple : pour  $L = 100$  si  $P' = 2,2$  t (voûte nervurée en béton armé très légère par exemple). On aura :

$K' = 0,686 \times \frac{2,2}{2,64} = 0,57.$

Les valeurs de  $K$  données par les formules 1, 2, 4, 6 figurent au graphique ci-après ainsi que les valeurs de  $P$  de la formule (8).

*Poids d'aciers  $p$  donné par la formule (7).*

Pour les cintres retroussés le poids d'acier est très variable suivant le type de charpente, et correspond généralement aux chiffres ci-dessous :

— Charpente clouée. Clous : 25 à 30 kg/m<sup>3</sup> de bois en œuvre;

— Charpente boulonnée. Boulons : 50 kg/m<sup>3</sup> de bois en œuvre.

— Charpente boulonnée avec plaques d'assemblages et tirants acier; boulons, plaques, tiges filetées : 80 à 150 kg/m<sup>3</sup> de bois en œuvre.

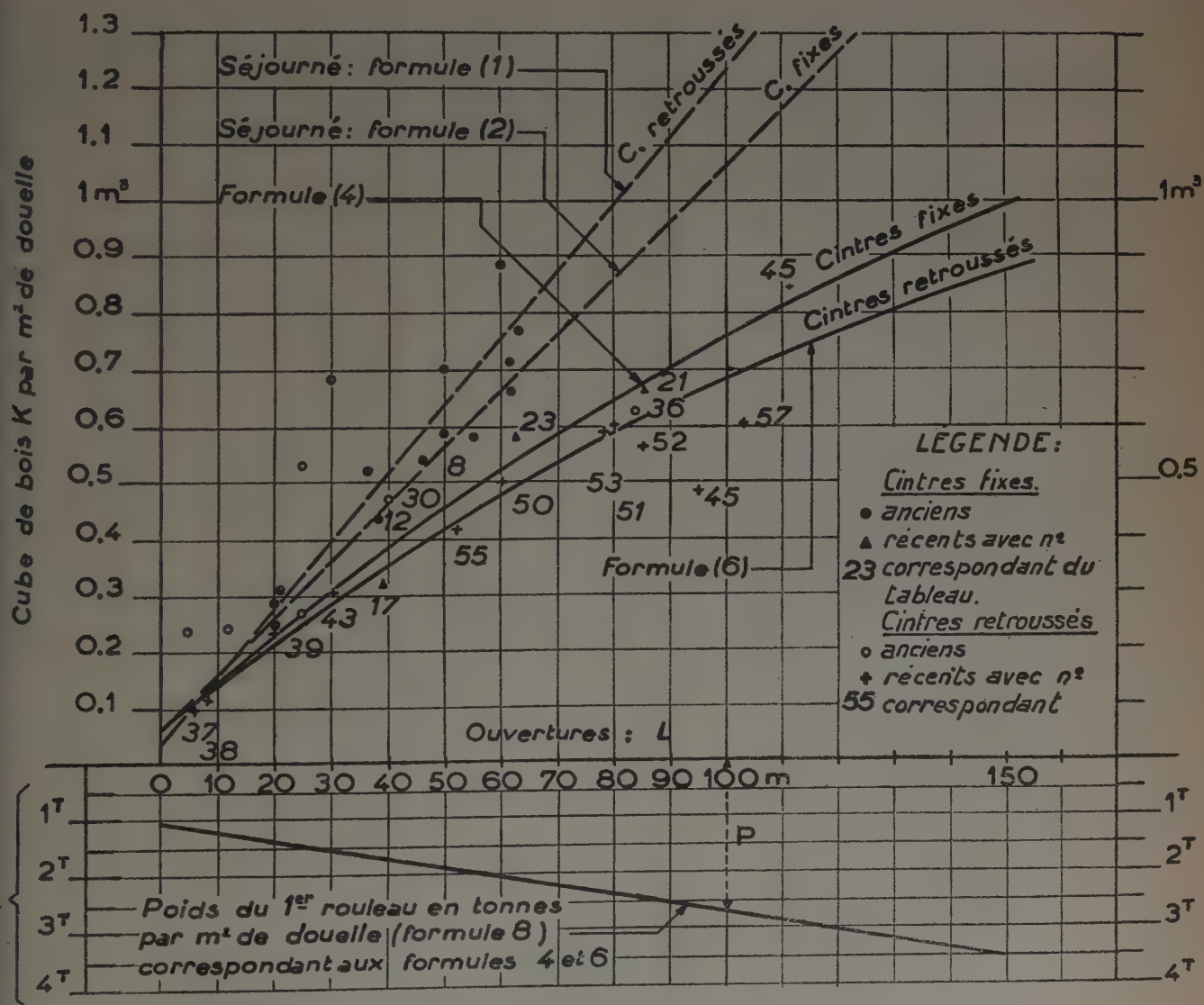
Pour une comparaison de prix entre un cintre fixe et un cintre retroussé, remarquer que le prix du mètre cube de bois mis en œuvre n'est pas le même. Il sera généralement moindre pour le cintre fixe : grumes utilisables, bois récupérables en grosse proportion, mise en œuvre facile, assemblages simples.

Par ailleurs, il faudra un poids bien moindre d'acier.

# LES CINTRES EN BOIS POUR OUVRAGES D'ART

## RÈGLES D'AVANT-PROJET.

CUBE DE BOIS NÉCESSAIRE PAR MÈTRE CARRÉ DE DOUELLE ET POIDS CORRESPONDANT DU PREMIER ROULEAU.  
REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES FORMULES (1) (2) (4) (6) ET (8) DE LA PAGE 34.





BIBLIOGRAPHIE ET RÉFÉRENCES

Abréviations utilisées dans le cours du fascicule et sur le tableau b	Ann.	= Fascicule annexe.
	G. C.	= Génie Civil.
	S. B. Z.	= Schweizerische Bauzeitung.
	T	= Revue Travaux.
	S	= SÉJOURNÉ (Grandes voûtes).

SÉJOURNÉ. — *Grandes voûtes*. Bourges, imprimeries Tardy-Bichelet, édition 1914, 6 tomes. Pour les Cintres, voir tome V, titre II, p. 135.

C. GAY. — *Ponts en maçonnerie*. Librairie Baillière et Fils, Paris, édition 1924.

LANG. — *Cours de l'École nationale des ponts et chaussées. Ponts en Maçonnerie*.

J. CAMPREDON. — *Le bois, matériau de la construction moderne*. Dunod, 1946. — Propriétés physiques et mécaniques du bois. Généralités sur les diverses utilisations du bois. Liste bibliographique très étendue relative aux études du bois.

R. VALLETTE. — *Construction des Ponts*. Dunod (p. 28. Cintres).

J. CAMPREDON. — *Résultats d'essais de divers types d'assemblages*. Circulaire série H. n° 6, 30 octobre 1942.

J. CAMPREDON et GAUTHIER. — *Compte rendu d'essais divers sur les propriétés mécaniques du bois et résistance des assemblages. Centre d'Études supérieures*. Circulaire série H, n°s 13 et 14-15 et 20 mars 1945.

STAY-FAUROBERT. — *Le clou dans la construction* (traduit de l'allemand). Béranger, 1940. — Technique du clouage d'après les normes DIN.

Les colles à bois. *Circulaire de l'Institut technique*, série H, n° 18, 31 juillet 1946.

Normes françaises AFNOR.

B5-22-1942. — Caractéristiques physiques et mécaniques des bois.

B5-23 à 33. — Éprouvettes et essais divers.

NF P21-202. — Mars 1946. Règles de calcul. Exécution des assemblages.

NF B52-001 — Mars 1946. Qualités des bois et contraintes admissibles.

NF B53 002 — Mai 1941. Équarrissage des bois du commerce, sapin, épicéa, pin sylvestre, mélèze.

NF B53 004 — Mai 1941. Équarrissage du chêne.

T. Décembre 1941. — M. CAQUOT : Les Cintres et procédés de décintrement.

T. Mars 1944. — M. ESQUILLAN : Le pont de la Coudette.

T. Février 1944. — G. LE MAREC : Viaduc de Longerey.

T. Février 1947. — BERNARD (cintre n° 20, tableau b).

T. Janvier 1947. — GUYOT (cintre n° 22, tableau b).

G. C. 27-4-1940. — Cintre de Sandö. Causes de l'effondrement.

G. C. 15 novembre 1946. — Viaduc de la Jonction à Genève (n°s 54, 55, 56 du tableau b).

G. C. 15 avril 1947 et 1<sup>er</sup> mai 1947. — MM. CHANSICAUD et MARTIN, Viaduc de Nogent-sur-Marne (n° 51, tableau b).

S. B. Z. 20-1-1940. — Cintre de Sandö (Suède). Causes de l'effondrement.

S. B. Z. 25-2-1939. — Viaduc de l'Aar à Berne. Contraintes sous rouleaux successifs. Essais très complets (cintre n° 58, tableau b).

Méthodes modernes pour l'utilisation rationnelle du bois. — Rapports présentés au Congrès forestier. Paris, septembre 1946, tome 2.

Rapports de MM. VALLETTE. — Cintres et échafaudages provisoires S. N. C. F.

GAUTHIER. — Rendement des sections et des assemblages.

MOLES. — Évolution de la Charpente.

Rös. (Prof. à Zurich). — La charpente en Suisse. La charpente collée. Photos des cintres n° 24-58.

Reproduction interdite.

## CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

### MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS, N° 3

# LES CINTRES EN BOIS POUR OUVRAGES D'ART

PAR **M. DUHOUX**, CHEF D'ÉTUDES A LA S. N. C. F.

SOUS LA DIRECTION DE **M. VALLETTE**, INGÉNIEUR PRINCIPAL,  
CHEF DE LA DIVISION CENTRALE DES OUVRAGES D'ART DU SERVICE TECHNIQUE DES INSTALLATIONS FIXES DE LA S. N. C. F.

## ANNEXE

### TYPES DE CINTRES

	Pages.		Pages.
I. — Cintre retroussé de 25 m pour plein cintre. Viaduc de Pompadour (1873-1875).....	2	VII. — Cintre du pont de Neuilly-sur-Marne (S. N. C. F. Reconstruction 1946). Constr- ucteurs S. A. C. I. T. A. ....	20
II. — Cintre fixe. Cintre du pont du Mée sur la Seine (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Entreprise DESCHIRON.....	3	VIII. — Cintre à trois articulations (Arche en ma- çonnerie du viaduc de Maisons-Laffitte. S. N. C. F. Reconstruction 1945). Entre- prise VANDEWALLE.....	24
III. — Cintre cloué de 8 m (type S. N. C. F.).....	6	IX. — Cintre à deux articulations du viaduc de Longeray (S. N. C. F. Reconstruction 1942). Entreprise LIMOUSIN. Portée 54 m, montée 44 m.....	26
IV. — Cintre retroussé de 20 m en bois du com- merce (type S. N. C. F.).....	8	X. — Cintre du pont de Saint-Hilaire-Saint- Nazaire. (Ponts et Chaussées de la Drôme. Arc encastré, assemblages par clous). Entreprise COIGNET.....	32
V. — Cintre à poutres à treillis. Pont sur la Seine près de Melun (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Entreprise BOUSSIRON.....	10		
VI. — Cintre du viaduc sur le Rhône à Tarascon (S. N. C. F. Reconstruction 1945). Éta- blissements E. COIGNET. Poutres à treillis avec barres tendues en acier.....	14		



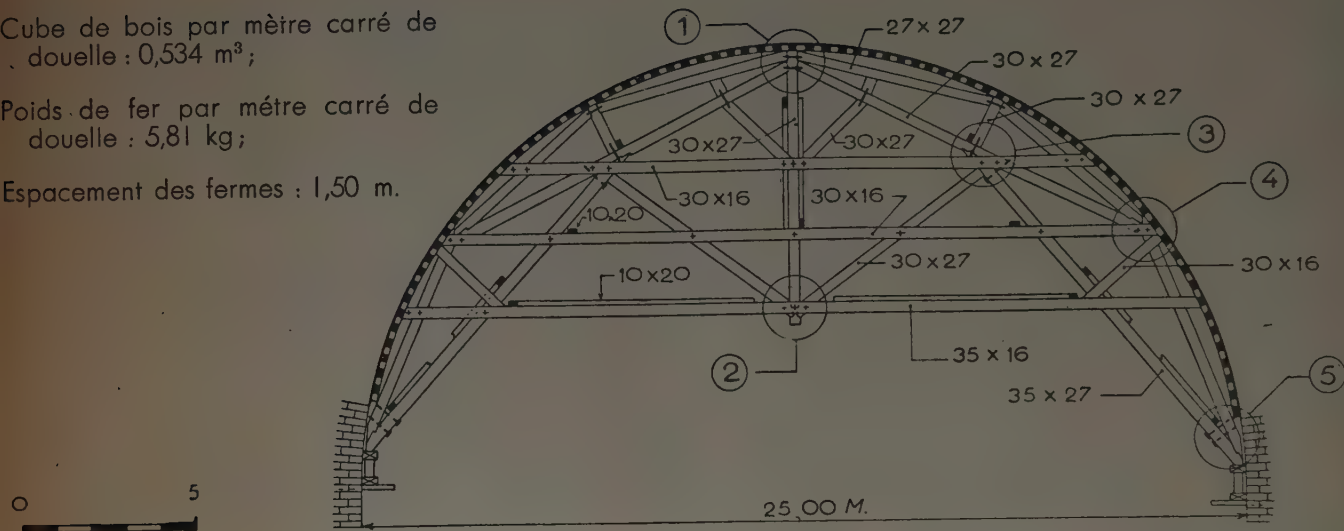
# I. — CINTRE DU VIADUC DE POMPADOUR de 25 m d'ouverture (1873-1875)

Exemple d'un cintre type ancien à arbalétriers.

Cube de bois par mètre carré de  
douelle : 0,534 m<sup>3</sup>;

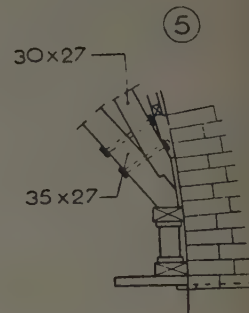
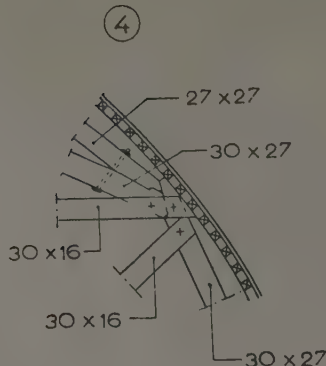
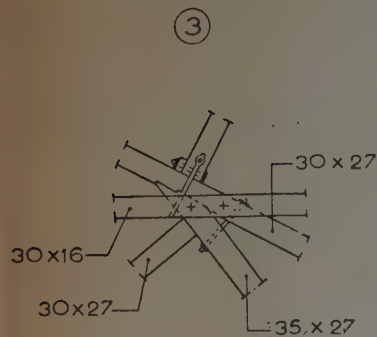
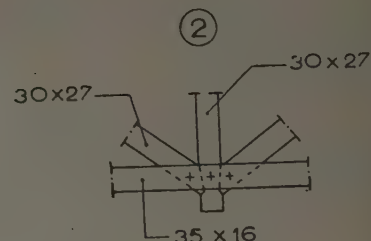
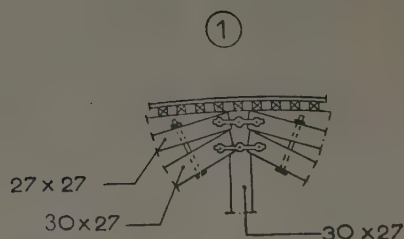
Poids de fer par mètre carré de  
douelle : 5,81 kg;

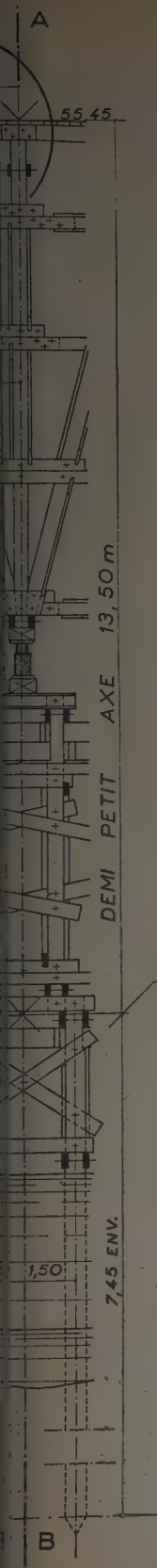
Espacement des fermes : 1,50 m.



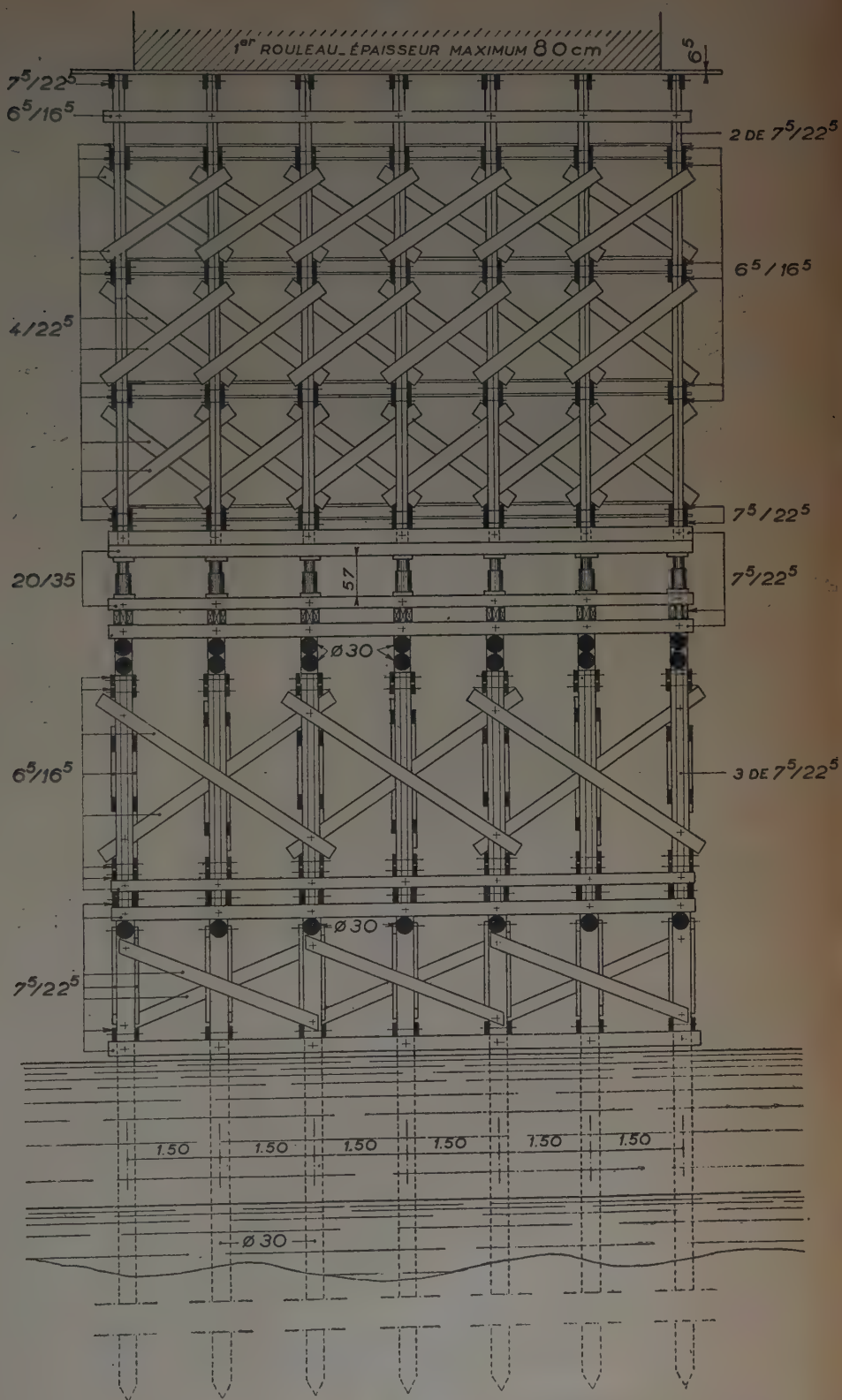
## DÉTAIL

1. Nœud à la clef;
2. Nœud à la base du poinçon;
3. Nœud intermédiaire;
4. Nœud aux reins;
5. Nœud aux naissances.





# COUPE TRANSVERSALE SUIVANT AB

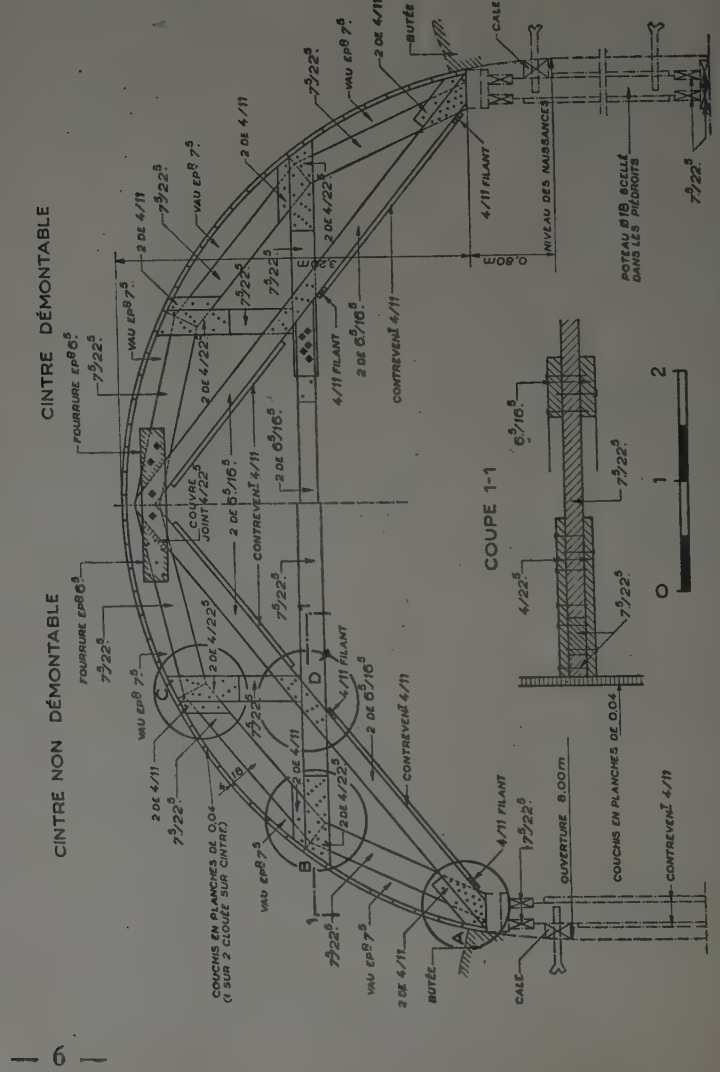




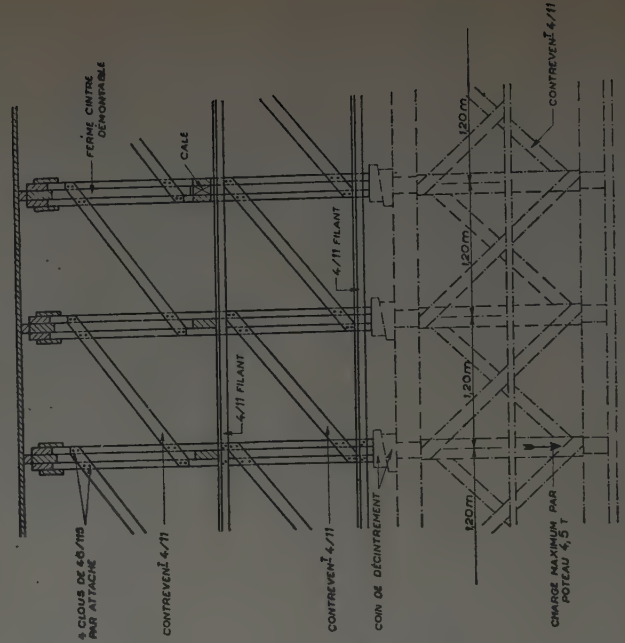
# III. — CINTRE CLOUÉ DE 8 m D'OUVERTURE (type S. N. C. F.)

Reconstruction 1945.

ÉLEVATION



COUPE TRANSVERSALE



NEUD C



8

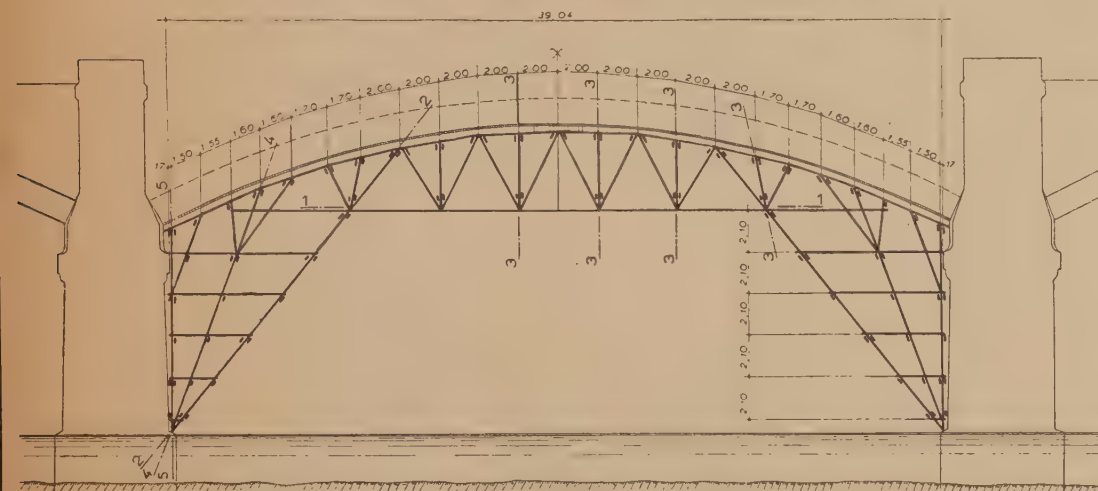
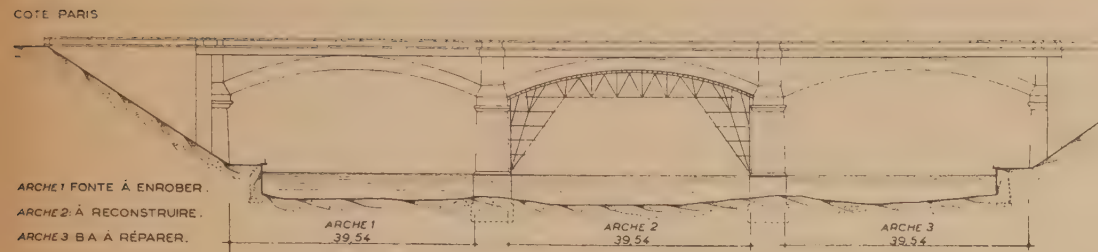




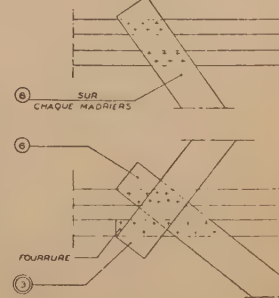
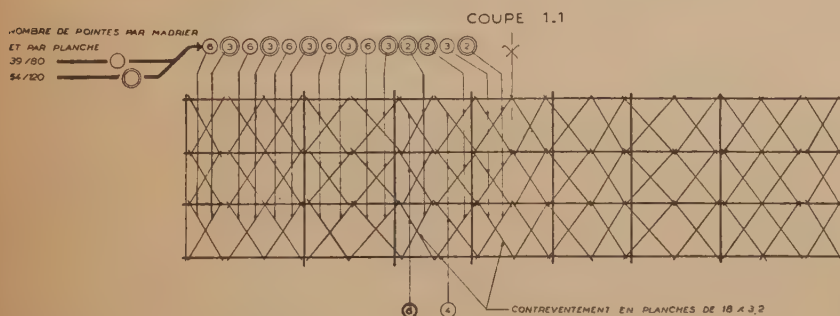
# V. — CINTRE A POUTRES A TREILLIS

## S. N. C. F. Reconstruction 1945 (Entreprise BOUSSIRON).

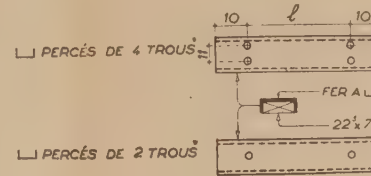
ÉLEVATION D'ENSEMBLE



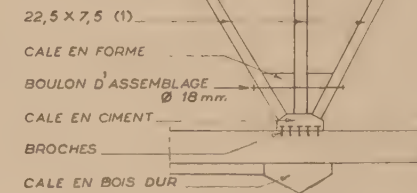
ÉLEVATION DE L'ARCHE CENTRALE



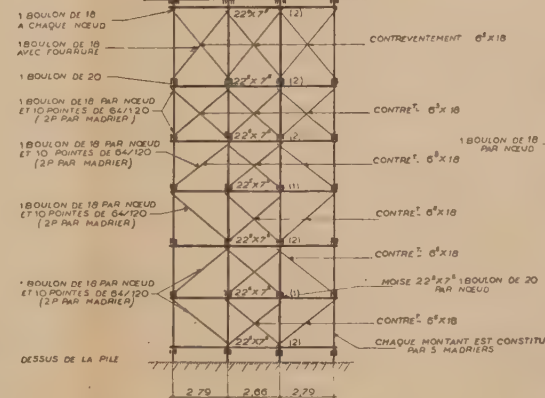
Brides d'attache des treillis  
(pour la cote / voir élévation).



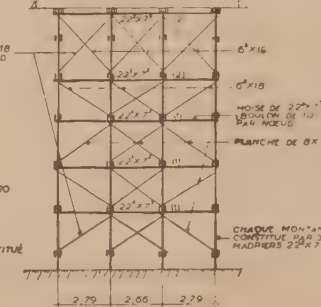
Assemblage des contre-fiches.



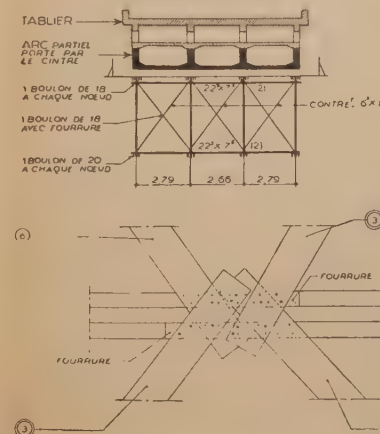
COUPE 2.2



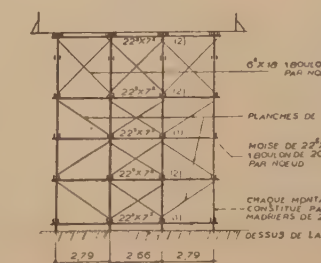
COUPE 4.4



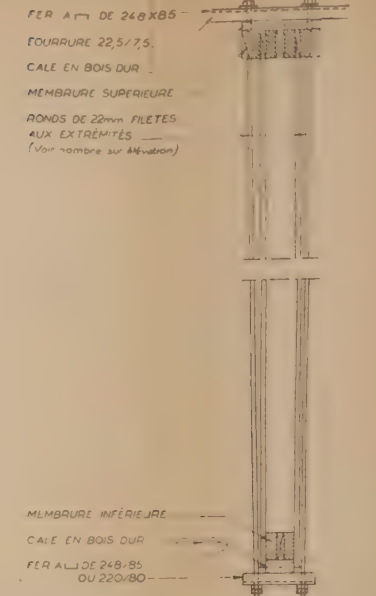
COUPE 3.3



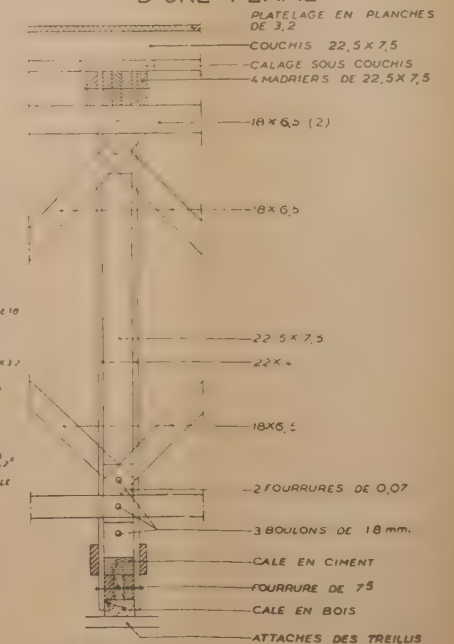
COUPE 5.5



DÉTAILS DES ATTACHES  
DES TREILLIS MÉTALLIQUES



COUPE TRANSVERSALE  
D'UNE FERME



EXEMPLES DE FIXATION DES PLANCHES DU CONTREVENTEMENT HORIZONTAL

VUE EN PLAN  
DE LA MEMBRURE SUPÉRIEURE

Les barres tendues sont en aciers ronds.  
Dans les nœuds la butée se fait sur un noyau  
de béton.

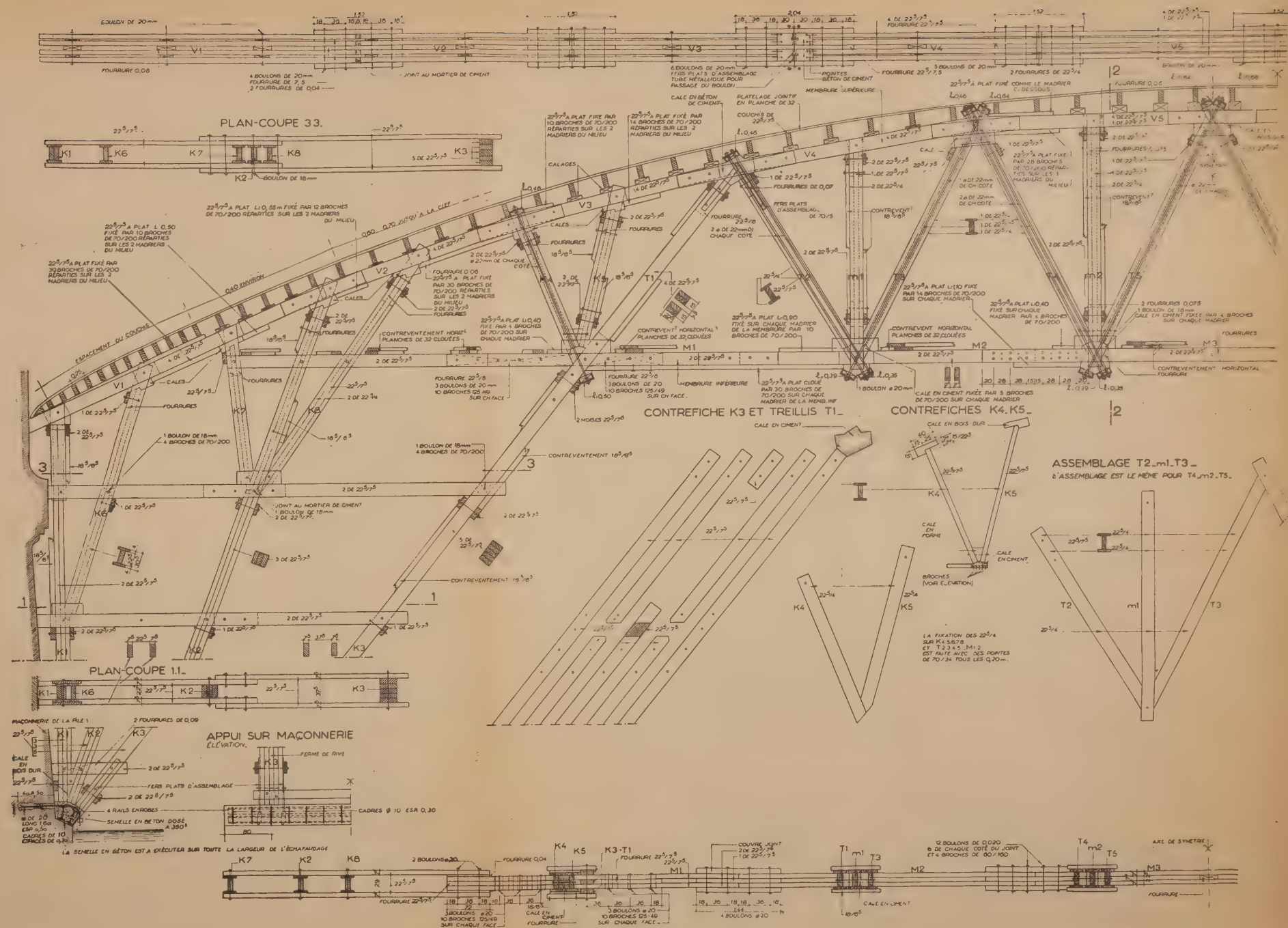
## DEMI-ÉLÉVATION D'UNE FERME

Le cintre supportait la douelle et les nervures verticales à l'exclusion de la dalle d'extrados.

COUPES LONGITUDINALE  
ET TRANSVERSALE  
DE L'APPUI

VUE EN PLAN  
DE LA MEMBRURE INFÉRIEURE

Le contreventement horizontal est enlevé.





S. N. C. F. Reconstruction 1945 (Établissements E. COIGNET).

S. N. C. F. Reconstruction 1945 (Établissements E. COIGNET).

Architectural drawing of the bridge structure showing seven arches labeled ARCHE 1 to ARCHE 7. The drawing is oriented with "CÔTÉ TARASCON" on the left and "CÔTÉ SÈTE" on the right. The bridge has a central section with three arches (3, 4, 5) and two side sections with two arches each (1, 2 and 6, 7). The central section is labeled "ARCHE 4 48,60".

DEMI-OUVRAGE EN CONSTRUCTION

TABLIER PROVISOIRE EN SERVICE

MURETTE DE  
RETENUE

### PLAQUETTES MOULÉES

BÉTON DE SOLIDARISATION COULÉ  
APRÈS ACHÈVEMENT DES 2 DEMI-  
ARCHES

RAJÉE EN B A SUPPORT DE BUTON

BUTON EN B.Á. \_\_\_\_\_

POUTRES EN BÉTON ARME  
EQ 0.75 X 0.22 HAUT  
10.00 LONG

CALAGES EN PLANCHES ÉVITANT  
LES TÊTES DE RIVETS AU  
DROIT DE CHAQUE NOEUD

2 PASSERELLES DE 16.80 -  
DE REEMPLOI, SUPERPOSEES

IF EN BÉTON

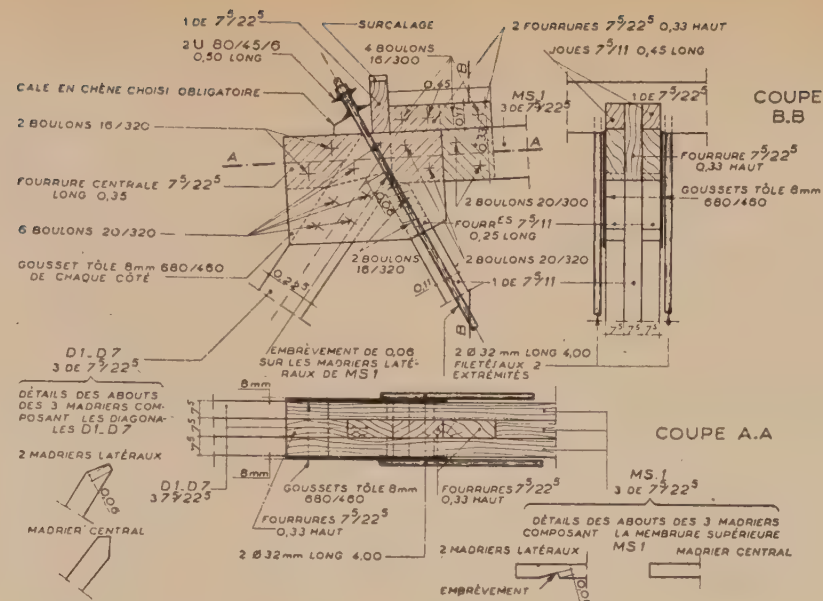
PALEO

ANCIEN TABLIER EFFONDRE

[illegible]

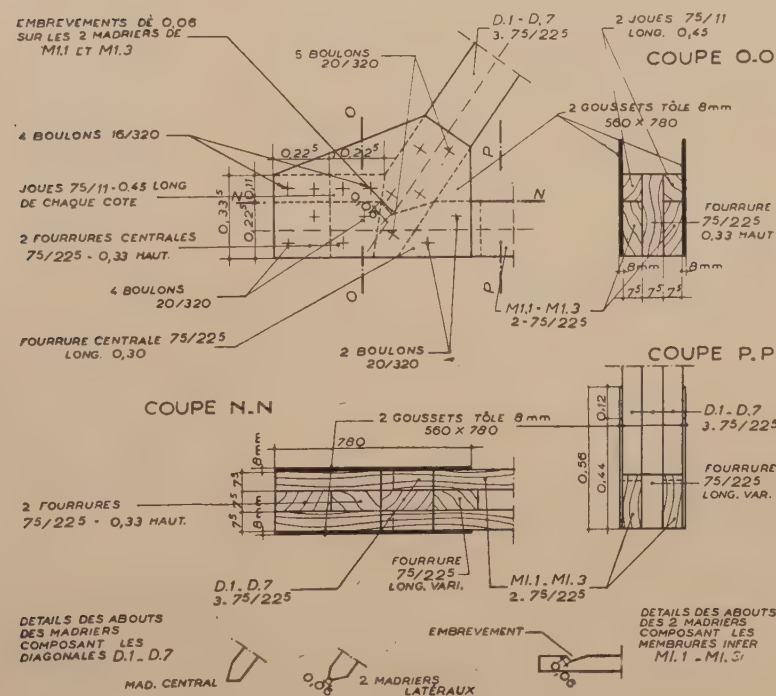
## POUTRE CENTRALE

## Assemblages I.



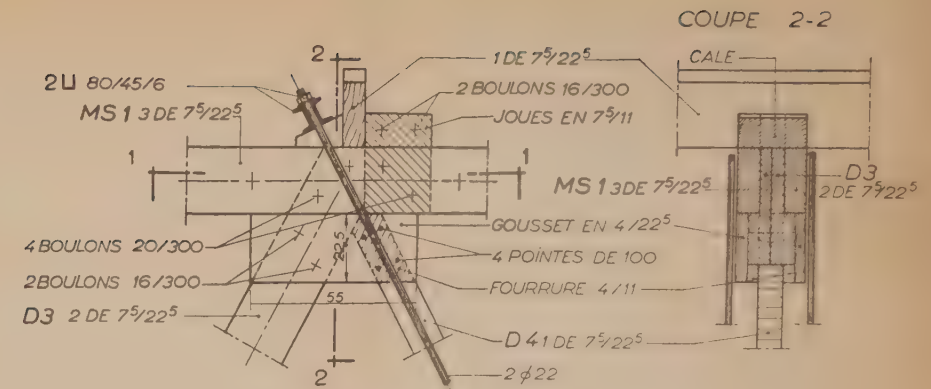
## POUTRE CENTRALE

### Assemblages 7.



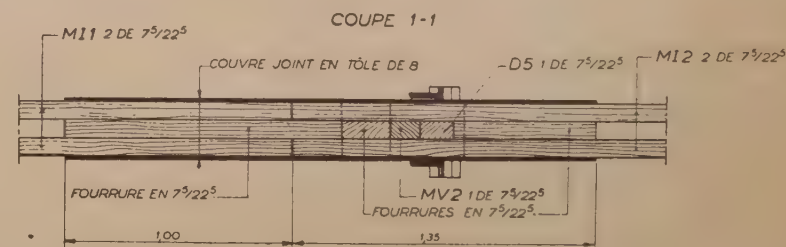
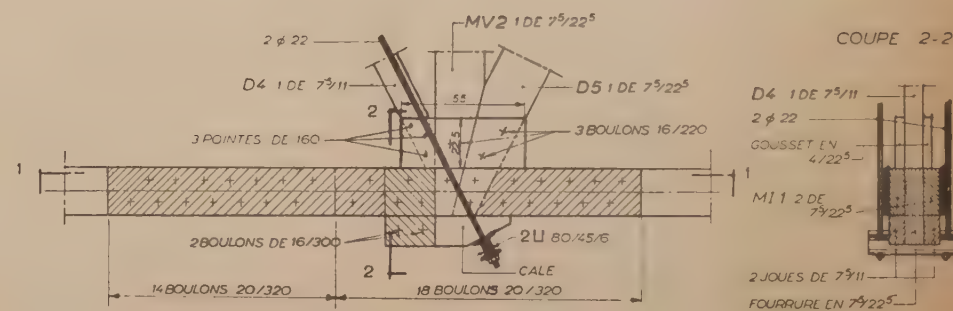
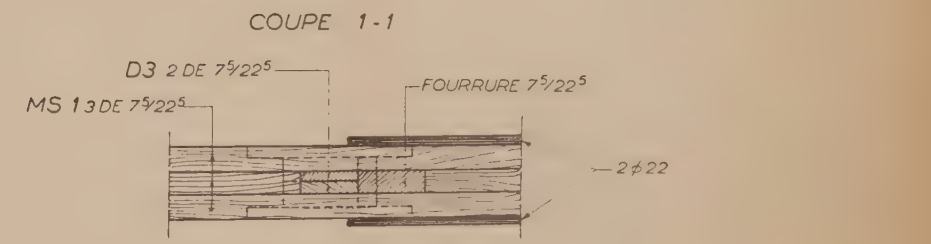
## POUTRE CENTRALE

### Assemblages 3.



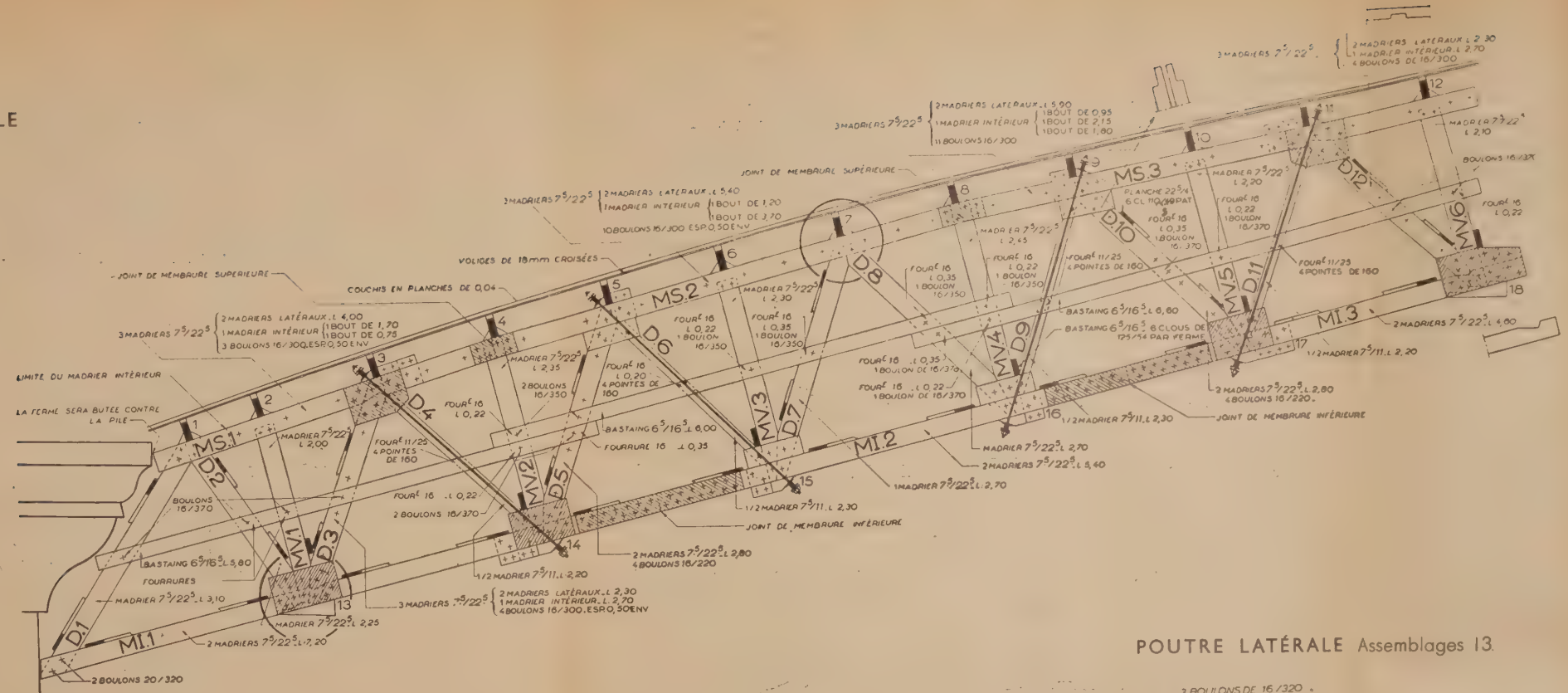
## POUTRE CENTRALE

## Assemblages 9.

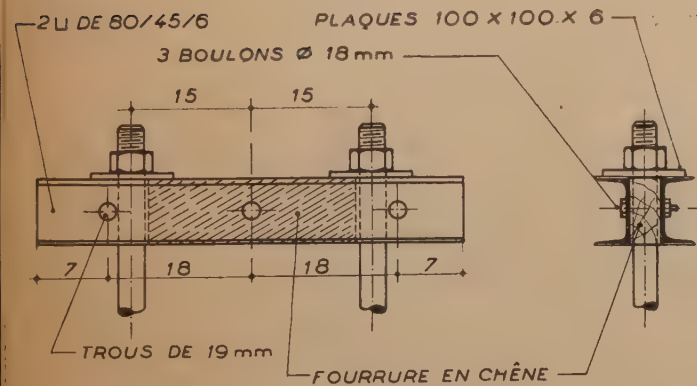




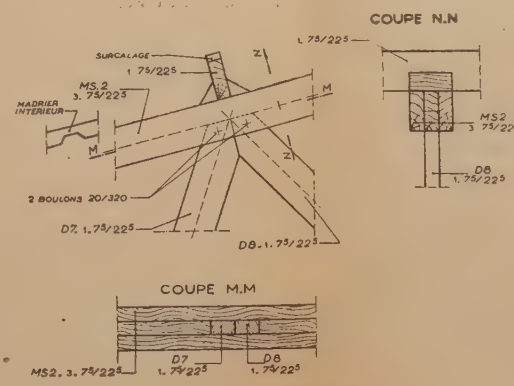
## POUTRE LATÉRALE



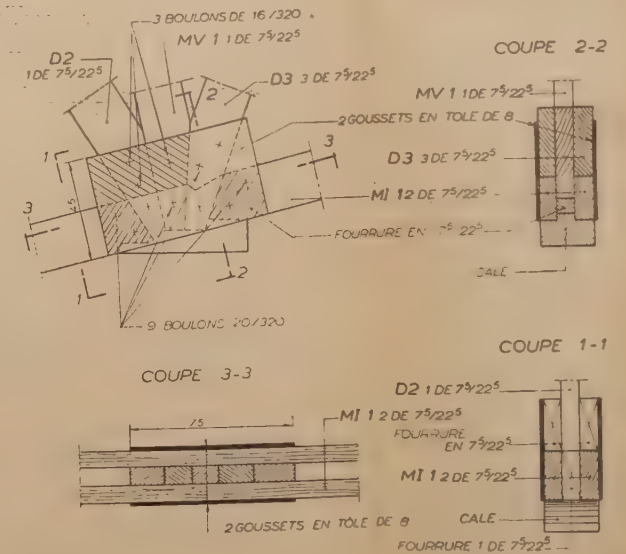
## DÉTAIL DES BRIDES



## POUTRE LATÉRALE Assemblage 7.



## POUTRE LATÉRALE Assemblages 13.

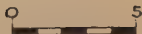
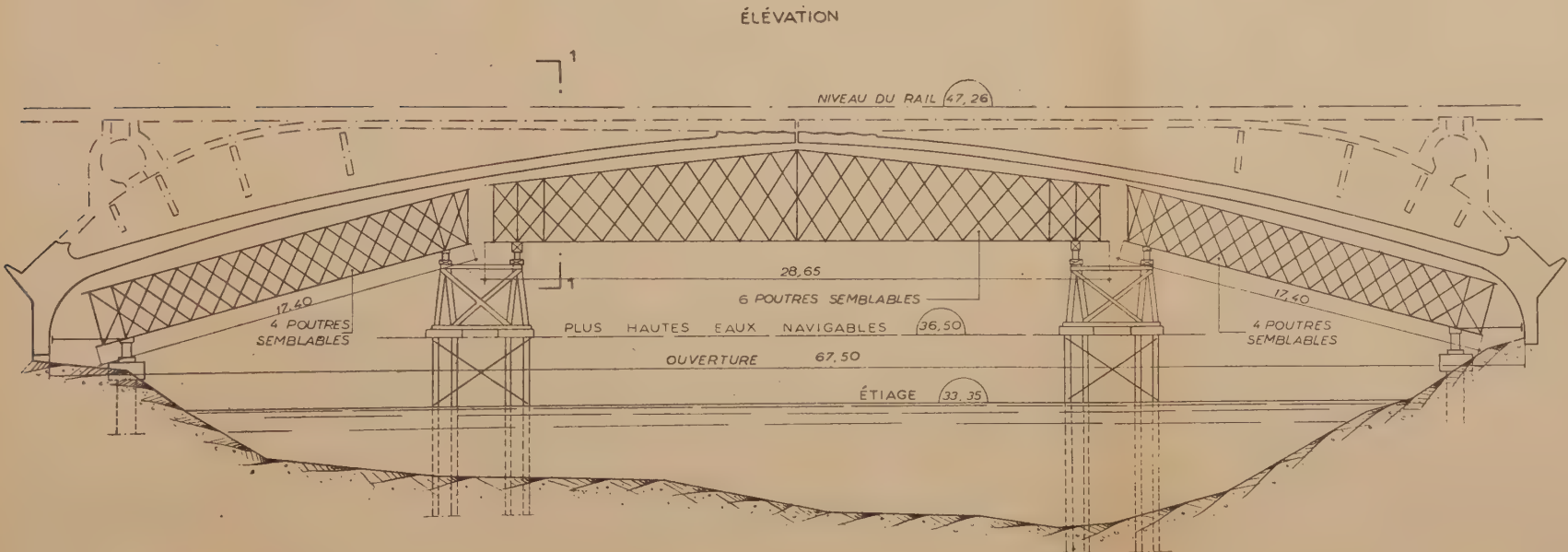
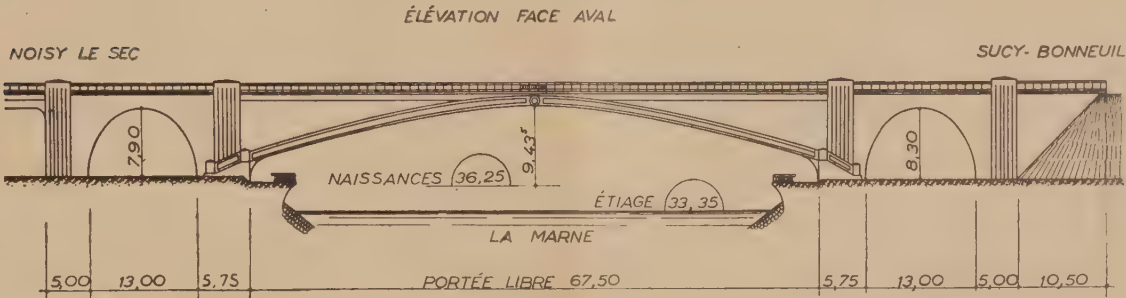


## VII. — CINTRE DU PONT DE NEUILLY-SUR-MARNE

S. N. C. F. Reconstruction 1945 (Constructeurs S. A. C. I. T. A.).

Les treillis multiples en bois sont assemblés par serrage.

Les membrures métalliques sont constituées par des éléments de poutrelles I 280 de récupération, soudées bout à bout.

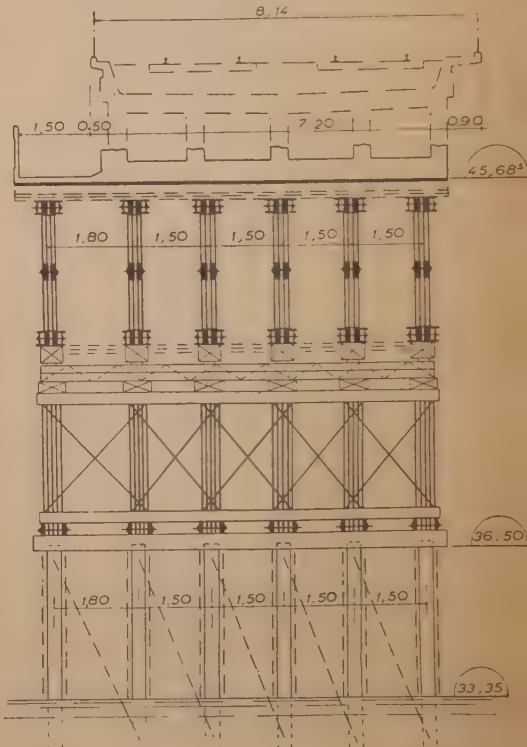


Cube de bois par mètre carré de douelle :  $0,41 \text{ m}^3$

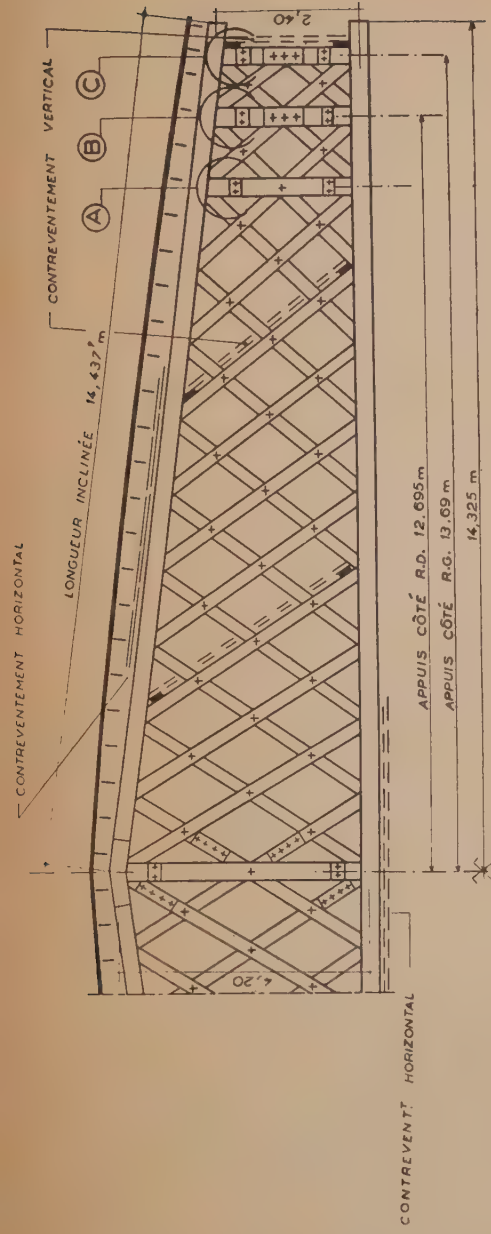
Acier pour boulons et plaques par mètre carré de  
douelle : 65 kg.

Acier pour membrures par mètre carré de douelle  
125 kg.

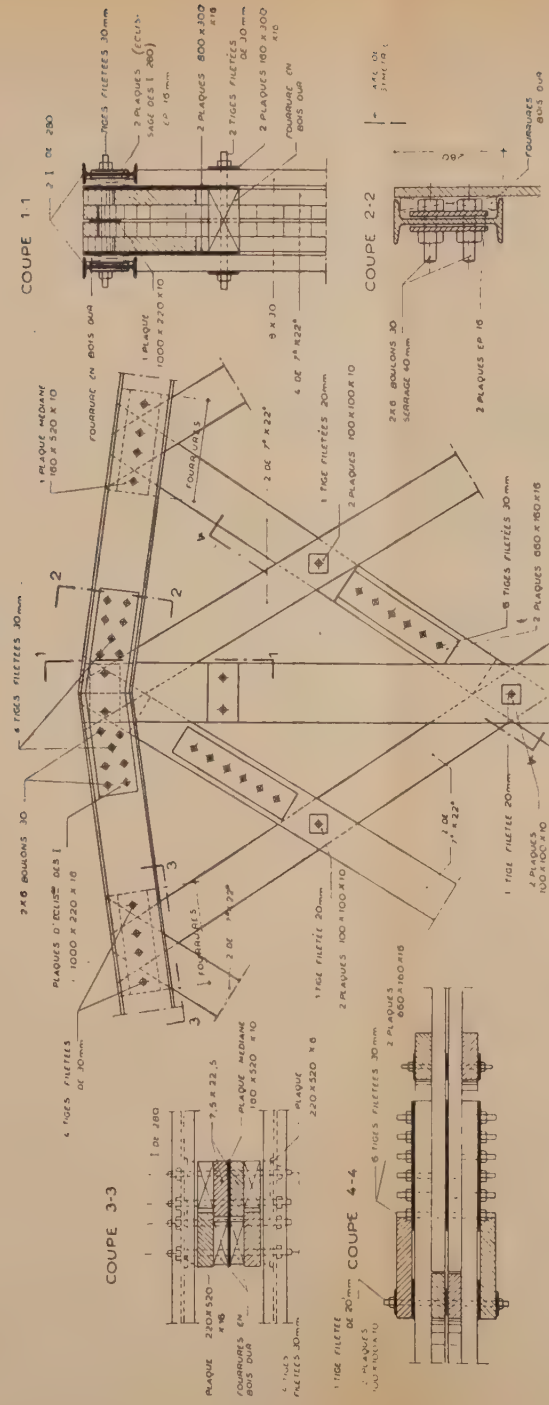
COUPE TRANSVERSALE 1-1



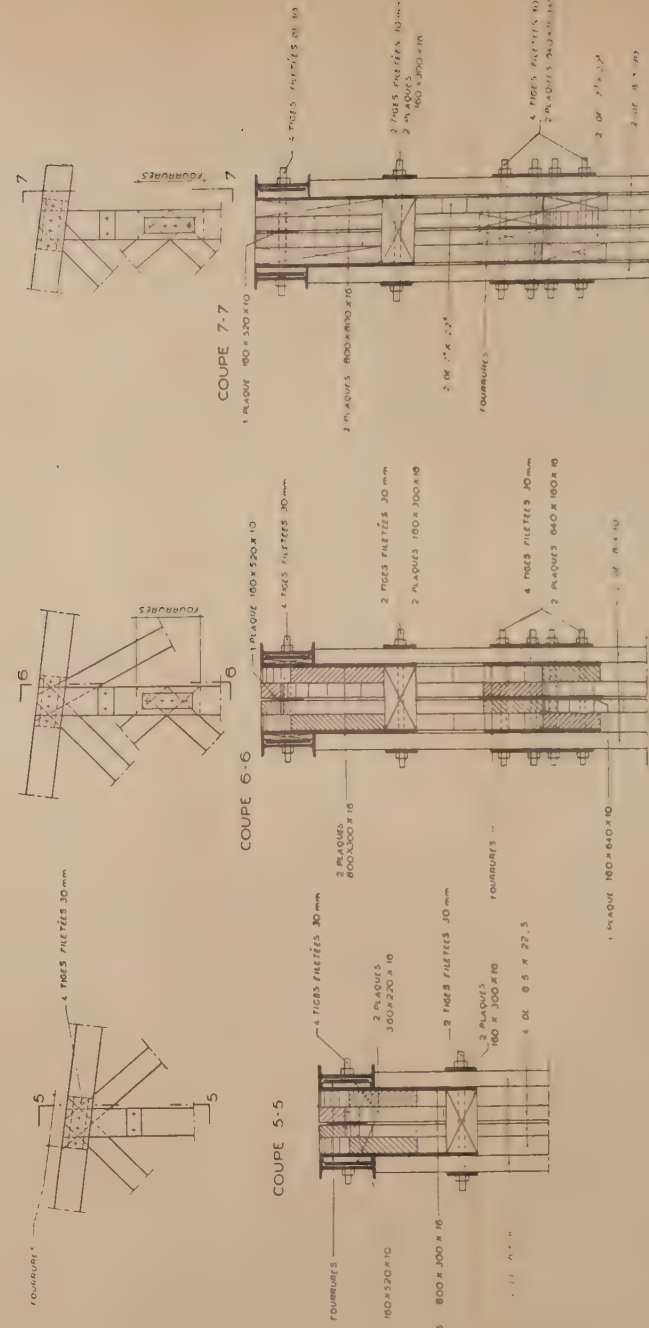




## DEMI-ÉLEVATION DE LA POUTRE MÉDIANE



## DÉTAILS DE LA CLÉ



DÉTAIL A

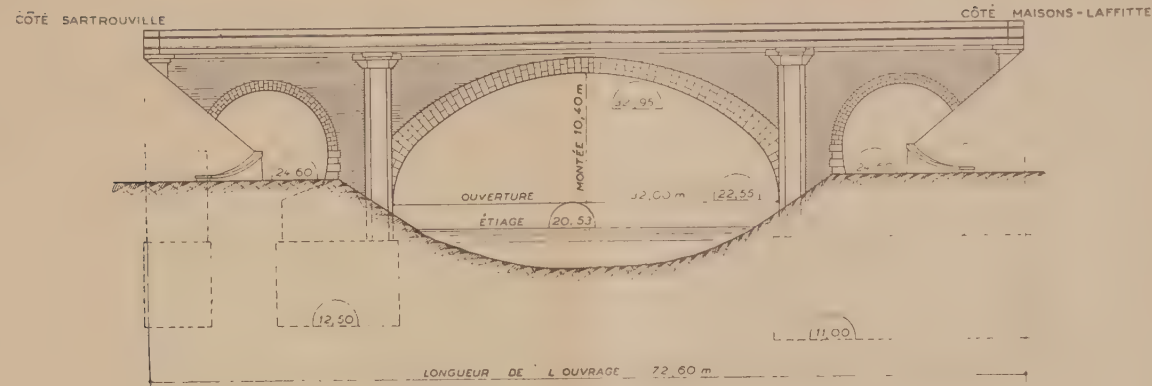
DÉTAIL B

DÉTAIL C

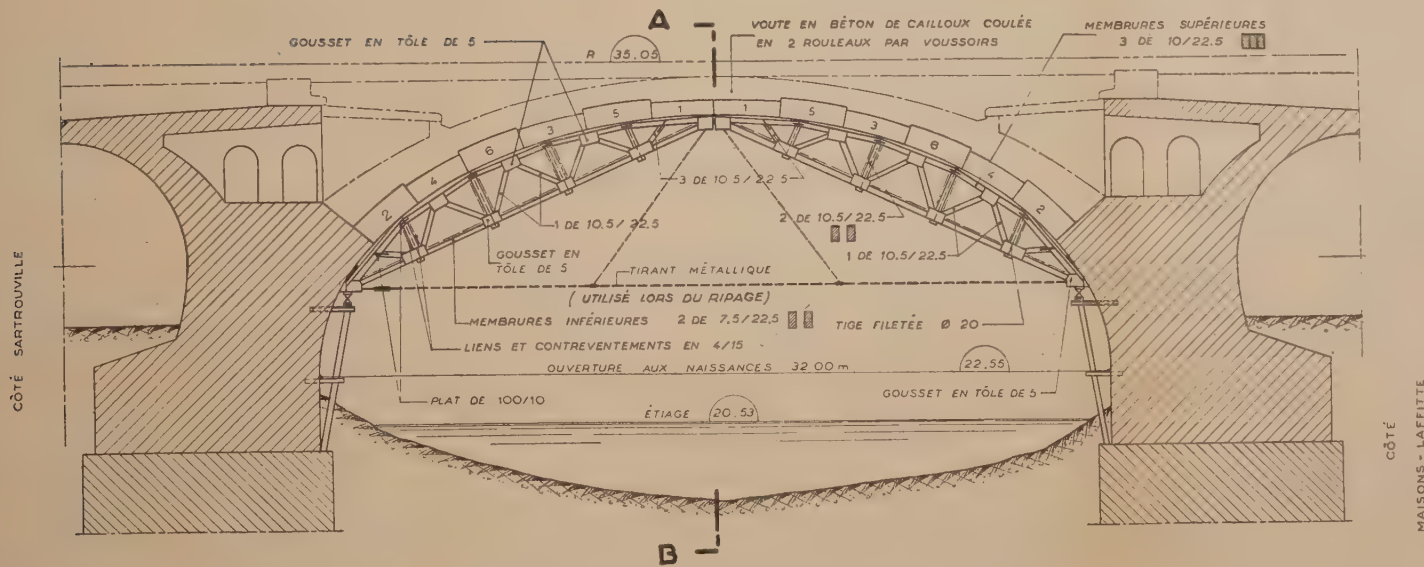
## VIII. — CINTRE A TROIS ARTICULATIONS DU VIADUC DE MAISONS-LAFFITTE

S. N. C. F. Reconstruction 1945 (Entreprise VANDEWALLE).

ÉLÉVATION



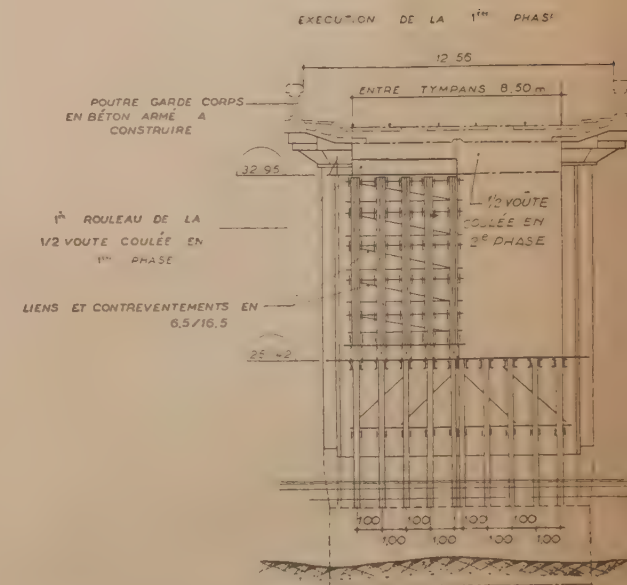
ÉLÉVATION DU CINTRE



Échelle  
en m

CUBE DE BOIS PAR M<sup>2</sup> DE DOUELLE : 0,30 M<sup>3</sup> ENVIRON

COUPE A-B



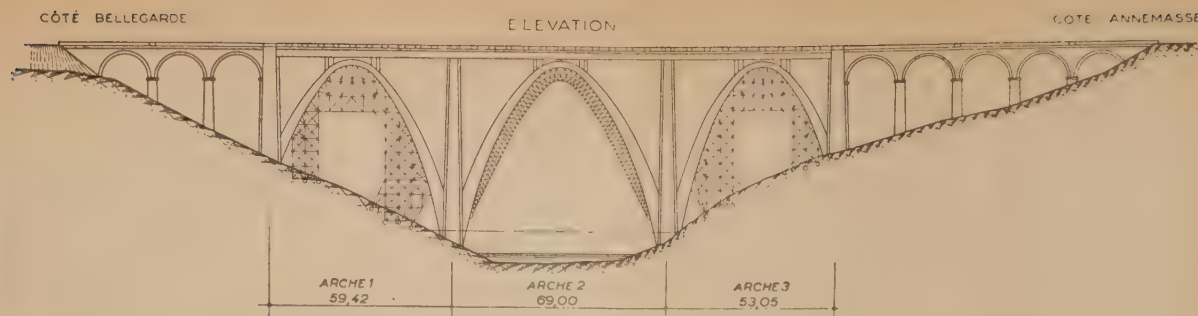
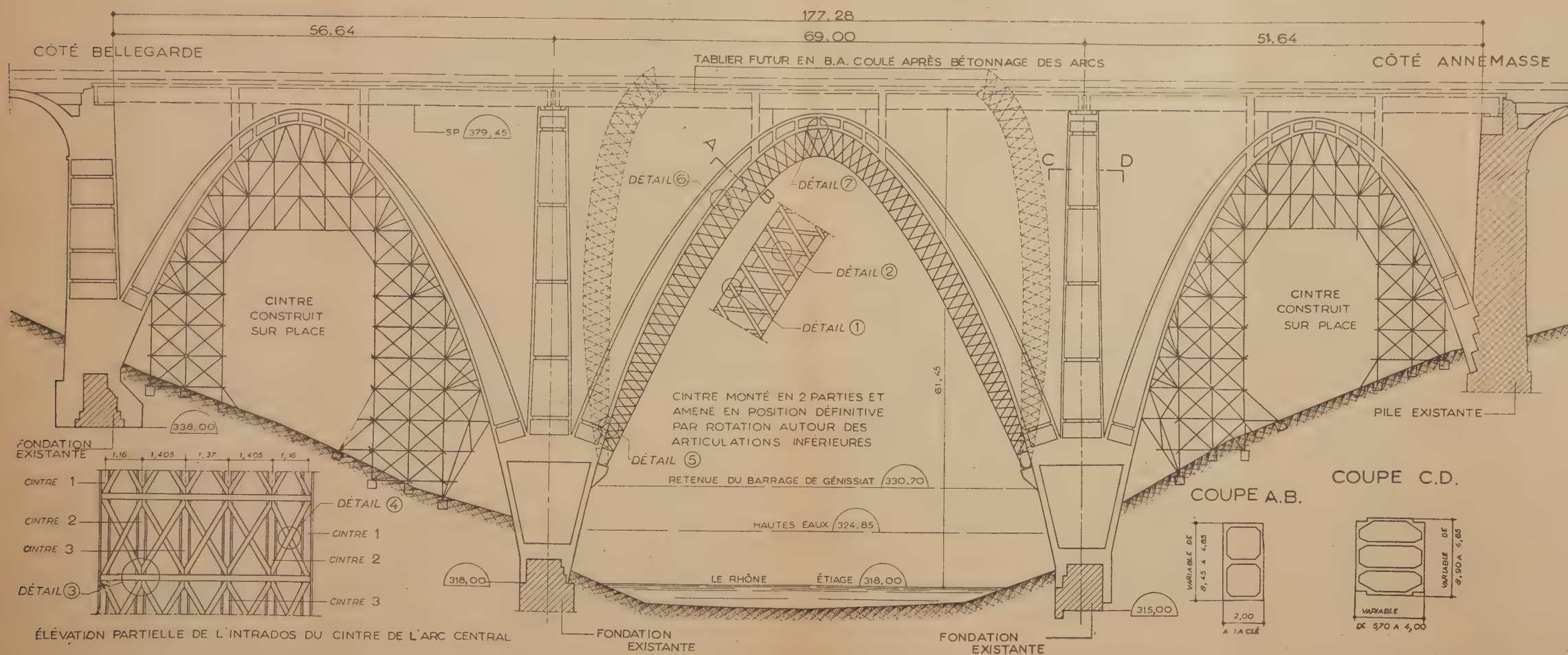


# IX. — CINTRE A DEUX ARTICULATIONS DU VIADUC DE LONGERAY

S. N. C. F. Reconstruction 1942 (Entreprise LIMOUSIN).

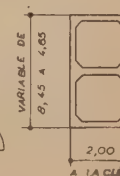
Voir coupe transversale, page 30.

COUPE LONGITUDINALE DE L'OUVRAGE

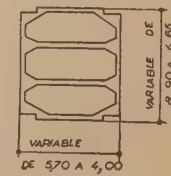


CUBE DE BOIS PAR M<sup>2</sup> DE DOUELLE : 0,500 M<sup>3</sup>

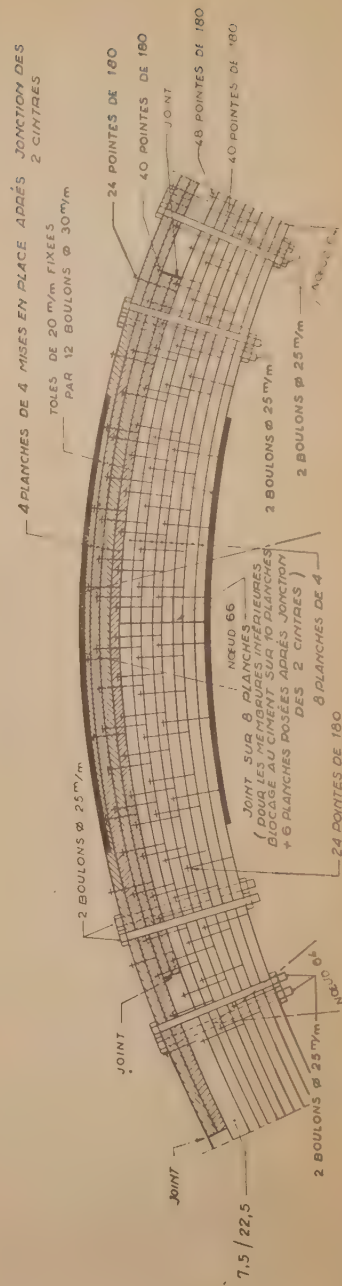
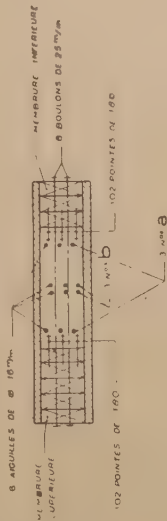
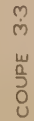
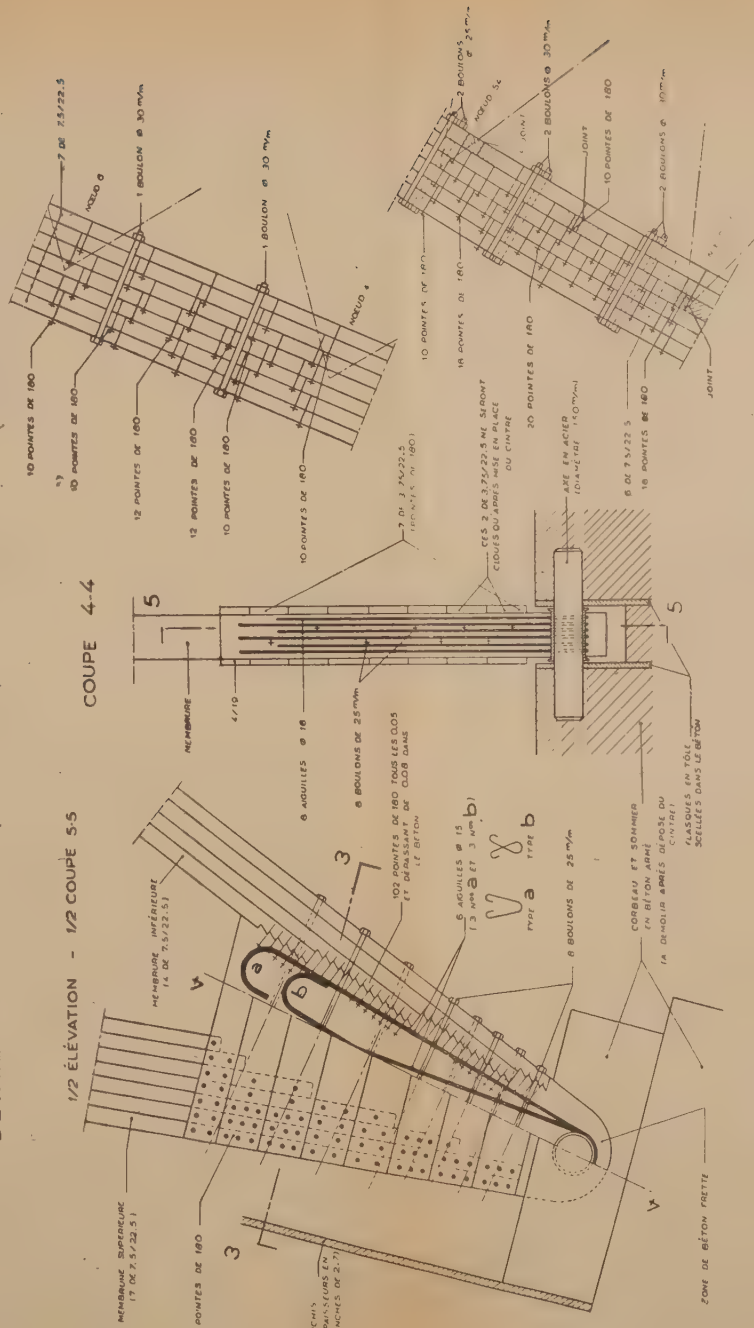
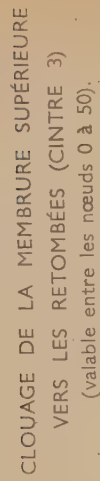
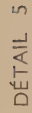
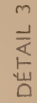
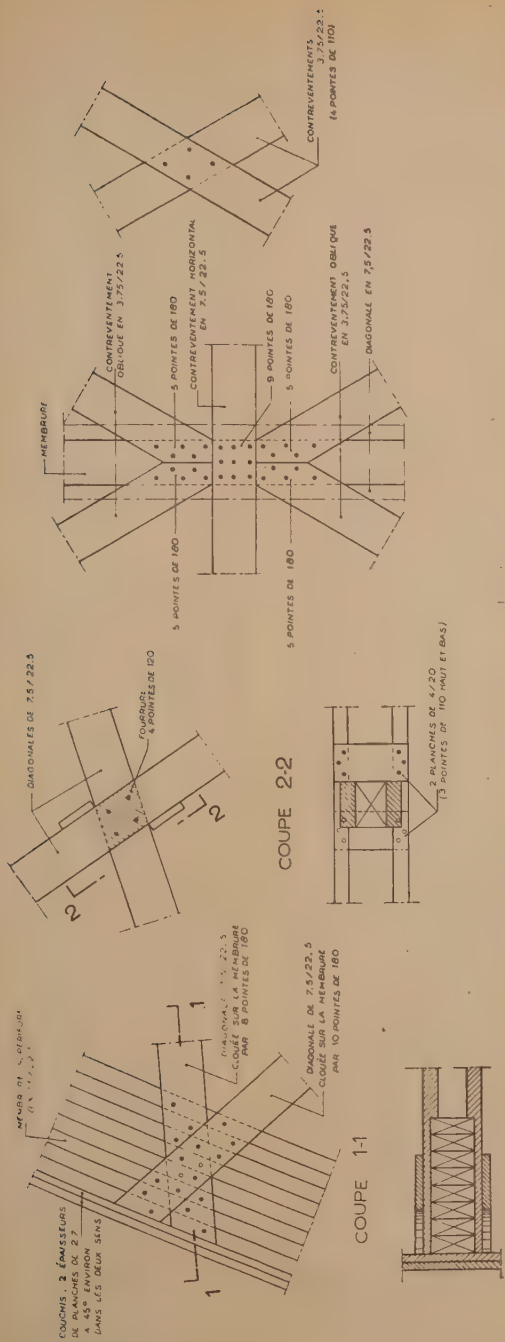
COUPE A.B.



COUPE C.D.



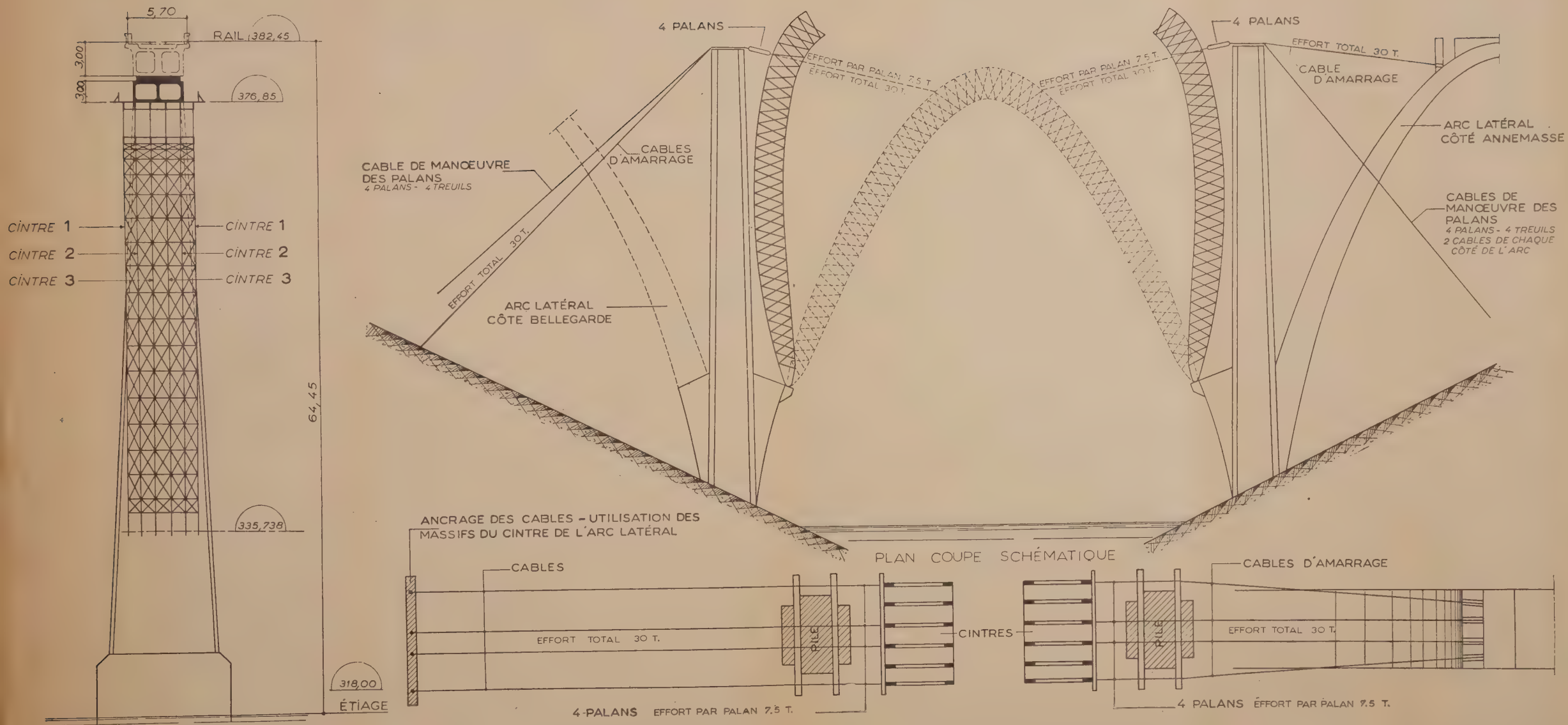
0 10 M.



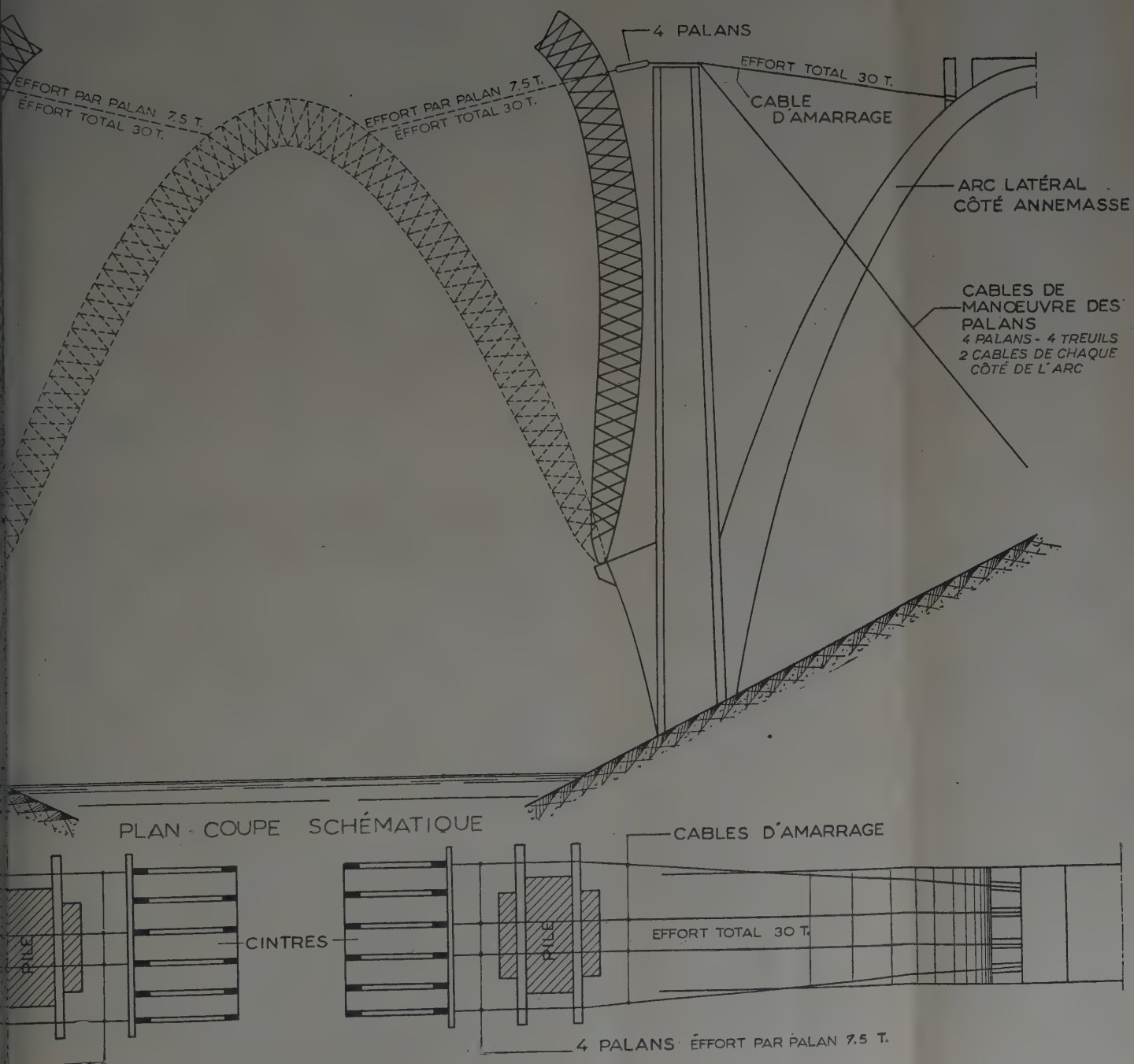


COUPE TRANSVERSALE

SCHÉMA DE LA MANŒUVRE DU CINTRE DE L'ARC CENTRAL



# LA MANŒUVRE DU CINTRE DE L'ARC CENTRAL





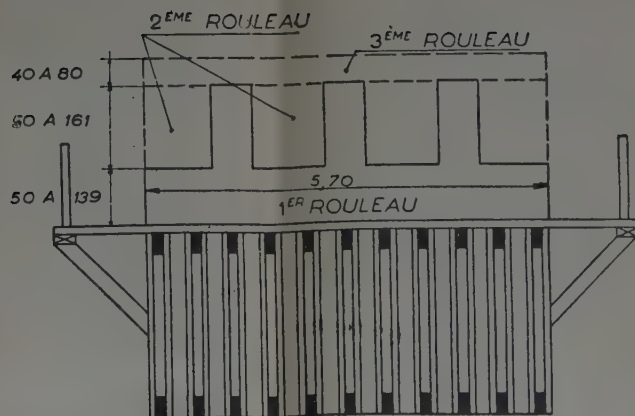
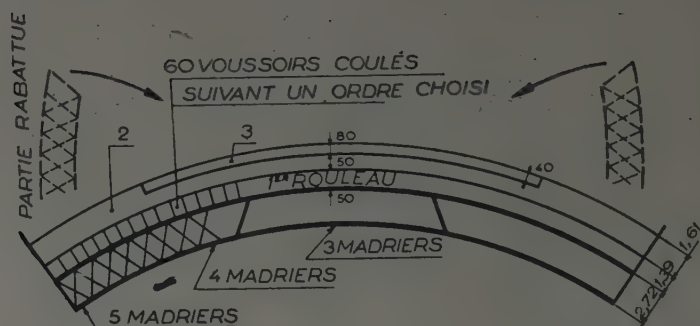
# X. — CINTRE DU PONT DE SAINT-HILAIRE SAINT-NAZAIRE (Drôme)

Arc encastré en charpente clouée  
(Entreprise COIGNET).

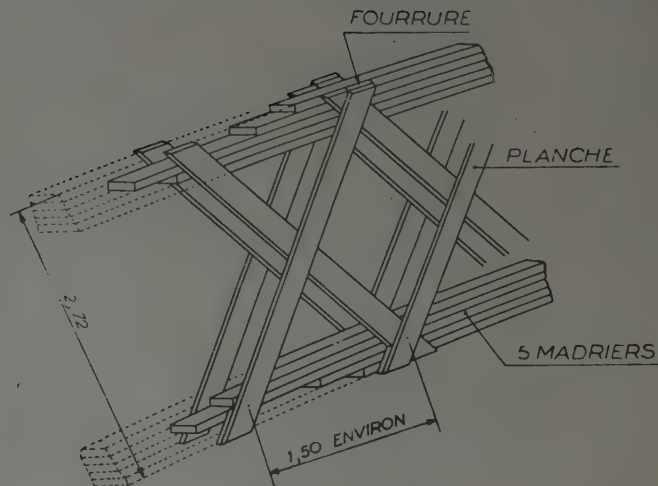
Portée : 103,57 m ;

Flèche : 25 m ;

Épaisseur du cintre : 2,72 m.

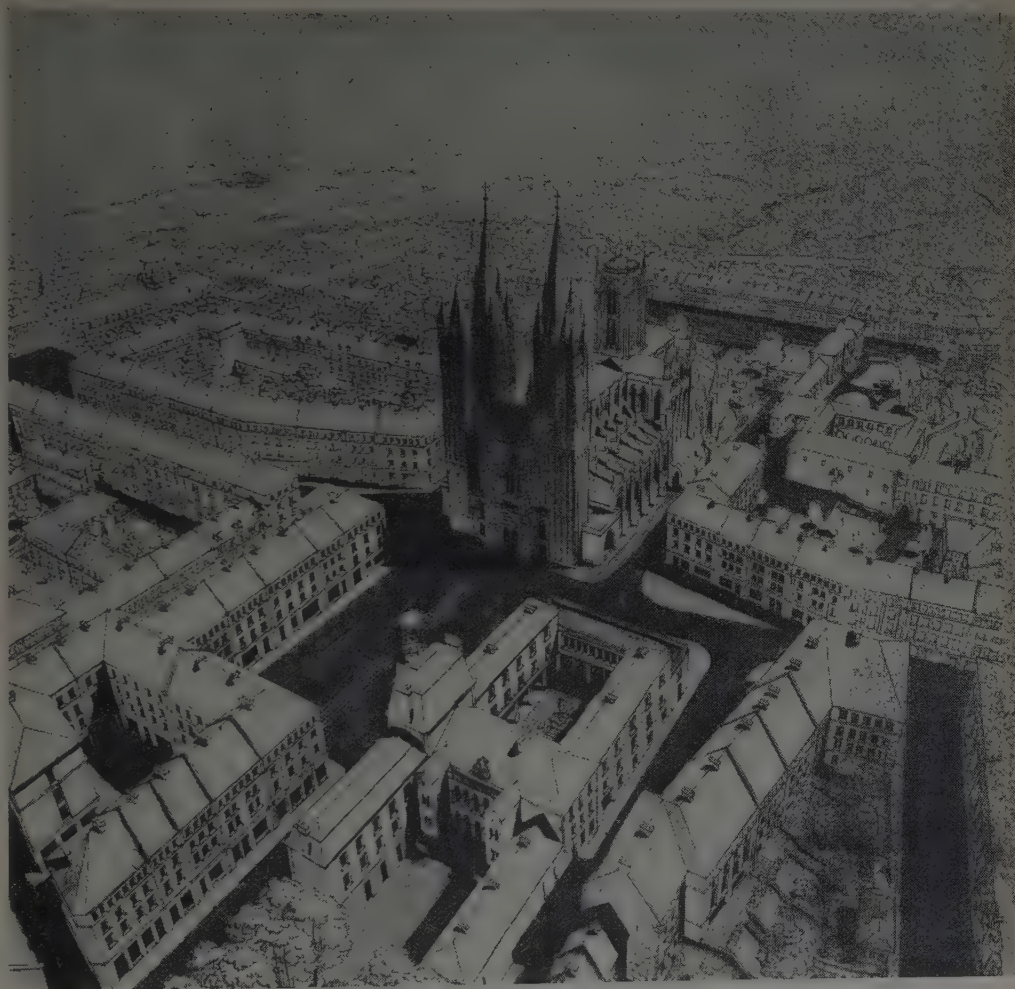


COUPE



CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

QUESTIONS GÉNÉRALES, N° 2



Le nouveau Coutances. ARRETCHÉ, architecte en chef.

POINT ACTUEL DE LA RECONSTRUCTION  
SES PERSPECTIVES D'AVENIR

Par **Jean KÉRISEL,**

Directeur des Travaux au Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme.





*Photo M. Curé, L.*

Fin des constructions provisoires.  
Début des maisons de transition. Une réalisation à Évreux.

# CONFÉRENCE PRONONCÉE AU PALAIS DE CHAILLOT

A LA SÉANCE DU 2 MARS 1948

DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

SOUS LA PRÉSIDENTE DE

**M. Auguste PERRET**

Membre de l'Institut, Président du Conseil Supérieur de l'Ordre des Architectes.

## SOMMAIRE :

	Pages.
INTRODUCTION.....	4
I. — REPRISE DE LA VIE ÉCONOMIQUE DANS LES RÉGIONS SINISTRÉES.....	7
II. — TRAVAUX PRÉLIMINAIRES A LA RECONSTRUCTION....	11
III. — PERSPECTIVES POUR L'ANNÉE 1948 .....	18
IV. — LA RECONSTRUCTION, PROBLÈME INDUSTRIEL.....	22

---

*Reproduction interdite.*

---



## PRÉSENTATION

de M. Auguste PERRET

*C'est M. KÉRISEL qui va vous parler ce soir. Je n'ai pas besoin de vous le présenter, vous le connaissez tous. C'est lui qui dirige la construction et la reconstruction au Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme. Il va vous parler de son récent passé, de son présent et de son avenir. Je lui donne la parole.*

### EXPOSÉ DE M. KÉRISEL

#### INTRODUCTION

200 milliards de francs 1939 de dommages aux immeubles.

700 000 logements entièrement détruits, tels sont dans leur sécheresse les deux chiffres qui caractérisent l'étendue des destructions affectant notre patrimoine immobilier.

Ces atteintes n'eussent pas été catastrophiques si elles n'avaient affecté l'équipement immobilier déjà insuffisant d'un pays dont le revenu national allait s'affaiblissant. En 1939, une charge de 200 milliards répartis sur 10 ans ne représentait pas moins de 5 % du revenu national (1). Mais à côté de ce problème de reconstruction existe, vous le savez, un autre problème, non moins considérable, de construction immobilière : il manque à l'appel aujourd'hui non seulement les 700 000 logements détruits par la guerre mais aussi tous ceux qui, par suite de l'insuffisance de rentabilité du capital ou de l'interdiction de construire édictée par l'occupant, ne sont pas venus remplacer les immeubles insalubres ou menaçant ruine. Les investissements correspondant à ce renouvellement différé, chiffrés également dans le cadre d'un plan décennal, impliquent une nouvelle ponction de 5 % du revenu national. Ainsi donc, pour que le pays puisse à la fois panser ses plaies et retrouver en 10 ans des logements sains en nombre suffisant, il devrait y consacrer exclusivement 10 % de son revenu national, ce qui est considérable.

En fait, l'État a consacré à la Reconstruction, comme nous le verrons, 3,6 % en moyenne de son revenu national pendant chacune des années 1945-1946-1947, au total 40 milliards de francs 1939. Une évaluation très sommaire des capitaux consacrés à la Reconstruction et à la Construction immobilière, pendant la même période, par les particuliers sinistrés ou non, et notamment par les industriels, laisse à penser que la somme des investissements immo-

biliers a été au total de l'ordre de 5 % du revenu national pendant les trois dernières années. En dépit de l'intervention massive de l'État le renouvellement immobilier reste donc toujours différé. Au rythme actuel, 10 ans en moyenne doivent suffire pour que 700 000 logements nouveaux viennent remplacer, nombre pour nombre, ceux qui ont été détruits. Mais si des investissements privés ne se manifestent pas, aucun nouvel immeuble ne viendra remplacer les taudis d'hier et de demain ou abriter les nouveaux berceaux de la famille française. Et cette circonstance est particulièrement grave dans un pays où la courbe de natalité se relève.

\* \*

Vous venez de constater que l'intervention de l'État a seule permis de suppléer à la carence du secteur privé. Le seul examen du chiffre des dépenses (40 milliards de francs 1939 dépensés sur 200 milliards) vous conduit à penser que le 1/5 de la Reconstruction est achevé. N'ayant pas encore aperçu beaucoup de nouveaux immeubles, vous êtes fondés à demander des comptes au M. R. U.

L'objet de cette conférence est précisément de vous dire à quoi ont été employées les trois dernières années de la Reconstruction et de vous exposer comment elle va évoluer.

\* \*

Au lendemain de la Libération, tous les départements français avaient subi des destructions immobilières, mais elles affectaient principalement et de façon massive les régions les plus importantes du point de vue économique.

Les 13 départements les plus sinistrés comptaient à eux seuls 60 % des destructions, et les 8 premiers 44 %. Le caractère massif des destructions de nos départements les plus riches a donc comporté deux conditions préliminaires : le déplacement de la main-d'œuvre ouvrière et le relogement immédiat des sinistrés dans des constructions provisoires. De leur accomplissement dépendait la reprise de la vie économique dans les régions sinistrées : leurs conséquences financières, particulièrement lourdes, expliquent en grande partie le démarrage relativement lent de la Reconstruction.

(1) Nous entendons par revenu national, la production nationale brute, déduction faite de la valeur des services rendus par l'État. Elle est évaluée par le Commissariat général du Plan à 400 milliards en 1939, 325 en 1946, 360 environ en 1947.



Brest. Le lotissement de constructions provisoires de Kéréderm. Au lendemain de la Libération, il fallait rétablir la vie économique au plus vite. Les premières constructions provisoires ont été édifiées hâtivement pour loger les sinistrés le plus près possible du cœur de la ville détruite. Ces constructions devront être démolies.



Constructions provisoires à Saint-Servan : premier effort d'organisation du sol.



Maubeuge. Constructions provisoires plus confortables construites par l'ancien Commissariat à la Reconstruction. Ces constructions pourront être cédées aux sinistrés en échange de leurs dommages de guerre.



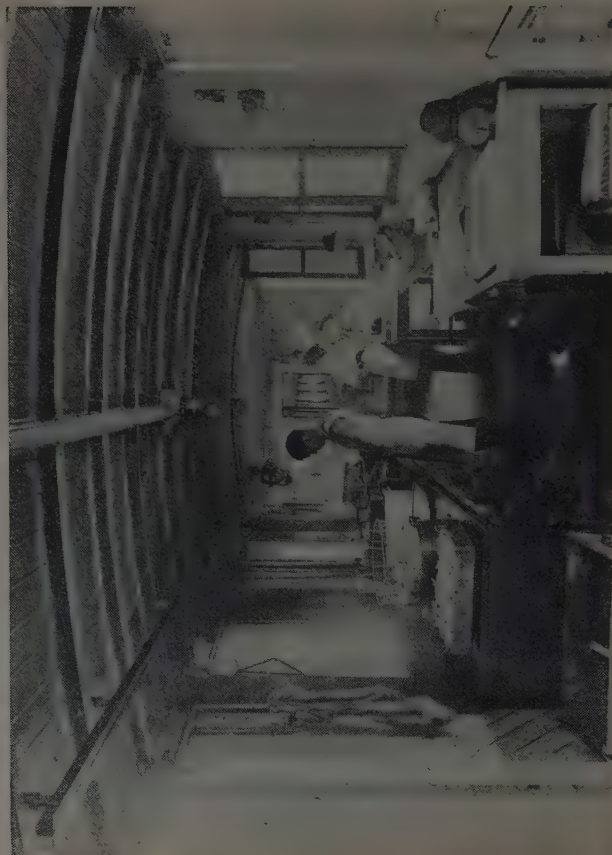


1. Réfectoire.

Cantonnement ONCOR.



2. Cantonnement.



1. Cuisine.



Train-Cantonnement de la SNCF.  
2. Dortoir.

# I. — REPRISE DE LA VIE ÉCONOMIQUE DANS LES RÉGIONS SINISTRÉES

## Acheminement à pied d'œuvre de la main-d'œuvre du bâtiment.

La concentration des destructions rendait nécessaire le déplacement d'une main-d'œuvre du Bâtiment dont l'insuffisance numérique déjà marquée avant-guerre s'accusait nettement, dès le départ, en face des travaux préliminaires de la Reconstruction.

Abordant le problème, il s'agissait non seulement de faire face à la situation critique du moment mais aussi d'élargir les conditions de la reconstruction définitive puisque, comme nous le verrons, l'effectif de la main-d'œuvre du Bâtiment dans les régions sinistrées limitera tôt ou tard le rythme de la reconstruction définitive.

Dès les premiers mois de la Reconstruction, 30 000 ouvriers ont accepté de se déplacer vers les régions sinistrées, dès qu'eurent été réglées les conditions de leurs logement et subsistance.

En temps normal, les usages du Bâtiment mettent à la charge des entreprises le soin d'assurer le logement et la nourriture de la main-d'œuvre déplacée.

Après la guerre 1914-1918, en raison des circonstances matériellement favorables dans lesquelles fut entreprise la Reconstruction des Régions libérées, les pouvoirs publics estimèrent qu'il n'y avait pas lieu de déroger à cet usage.

La situation après la Libération était totalement différente et l'État ne pouvait plus envisager l'adoption d'une même politique en la matière. Il fallait, en premier lieu, tenir compte des nombreuses critiques que suscitèrent il y a 20 ans les cantines affermées, et pour inciter la main-d'œuvre à se déplacer, il convenait, non seulement de lui assurer des conditions de vie acceptables, mais aussi d'établir une égalité de traitement entre tous les ouvriers déplacés.

Il était évident que des organisations disparates, créées au hasard des circonstances locales, par la bonne volonté des entreprises, en plus du reproche de paternalisme dont elles auraient pu être l'objet, ne garantissaient pas une telle unité. Il y avait là un devoir social d'intérêt national qui incombait incontestablement à l'État.

Enfin, il était indispensable d'envisager l'emploi de tout le potentiel national et notamment de permettre aux petites et moyennes entreprises de participer aux travaux de Reconstruction au même titre que les entreprises importantes aux moyens financiers et techniques puissants et capables, de ce fait, de régler elles-mêmes le problème du logement de leur main-d'œuvre.

Toutes ces raisons justifiaient la prise en charge directe par l'État des dépenses. C'est ainsi que le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme a entrepris de réaliser

un programme de construction et d'aménagement de cantonnements ouvriers, notamment dans les grands centres sinistrés : Dunkerque, Boulogne, le Havre, Rouen, Caen, Saint-Lô, Brest, Lorient, Amiens, Orléans, le Creusot, Beauvais, etc., programme qui, une fois achevé, permettra de loger 35 000 ouvriers environ et d'en nourrir 50 à 60 000.

Mais il ne suffisait pas de créer ; il fallait encore gérer ces cantonnements. Il ne pouvait être question pour le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme d'assurer directement cette gestion : on convint alors d'adopter une solution plus souple permettant de faire appel à tous les intérêts en présence et surtout à toutes les bonnes volontés.

C'est pourquoi, en complet accord avec les organisations ouvrières et patronales, la gestion désintéressée des cantonnements a été confiée à un groupement national créé par ordonnance du 8 septembre 1945 sous le nom de « Organisation Nationale pour les Cantonnements ouvriers de la Reconstruction » (O. N. C. O. R.).

Le Conseil d'Administration de l'O. N. C. O. R. dont les statuts viennent d'être refondus aux termes d'un décret en date du 20 février 1948 comprend : des représentants des Organisations syndicales ouvrières du Bâtiment, des Fédérations nationales patronales du Bâtiment et des Travaux publics, et des Représentants des Ministères intéressés directement à la gestion des cantonnements et aux problèmes de main-d'œuvre (Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, Ministère du Travail et de la Sécurité sociale, Ministère de la Santé publique et de la Population).

Après plus de deux années d'une expérience parfois difficile et qui a donné lieu à des critiques, le plus souvent d'ailleurs assez injustifiées, on doit constater, en toute bonne foi, que l'œuvre entreprise par le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme en étroite collaboration avec les organisations patronales et ouvrières du Bâtiment, à la persévérance desquelles il convient de rendre hommage, donne dès maintenant des solutions très satisfaisantes aux problèmes multiples et complexes que soulèvent le logement et la nourriture des travailleurs déplacés.

Si je me suis permis d'insister sur ce premier aspect de la Reconstruction, c'est qu'il ne cessera de conditionner la reprise de la vie économique dans les régions sinistrées.

En tout état de cause, il ne faut pas chercher à dissimuler l'importance des incidences financières qu'il comporte : pour un effectif de 50 000 ouvriers déplacés seulement <sup>(1)</sup>

(1) Les frais de dépaysement (indemnités, voyages payés, etc...) s'élèvent à l'heure actuelle à près de 100 000 francs par an et par ouvrier déplacé.



les dépenses d'établissement et de premier équipement des cantonnements ouvriers et celles des indemnités de dépaysement et frais de voyage entraîneront une dépense supplémentaire très importante qui n'est pas évaluée à moins de 2 à 3 % du montant total des travaux immobiliers incombant au M. R. U.

### Les constructions provisoires.

Pour assurer le relogement d'urgence des sinistrés, et par là même permettre la reprise de l'activité économique, la solution des constructions provisoires était à la Libération la seule possible. L'extraction charbonnière était tombée au quart de sa valeur normale, l'industrie des matériaux traditionnels était de ce fait paralysée. On ne pouvait songer à remettre en état que des bâtiments très légèrement endommagés à l'exclusion de ceux dont le gros œuvre était atteint.

Alors que les quantités de matériaux cuits et de métaux ferreux entrant dans la construction d'un logement définitif du type courant requièrent pour leur fabrication 10 tonnes environ de charbon, celles qu'il faut mettre en œuvre pour installer une baraque-logement correspondent à 1 tonne de charbon seulement.

Autre avantage, du point de vue main-d'œuvre, l'édification d'une maison individuelle nécessite 4 500 heures d'ouvriers sur chantier, celle d'une baraque 600 heures seulement.

Mais ces constructions provisoires sont très onéreuses, tant pour leur établissement qu'en ce qui concerne leur entretien. La construction d'un logement en baraque revient à 40 000 francs valeur 1939, soit 700 francs le mètre carré, alors qu'une maison individuelle définitive coûtait avant guerre 1 000 à 1 100 francs le mètre carré.

Pour plus de clarté je précise que, au cours de cet exposé, je me référerai le plus souvent aux prix de 1939. A titre indicatif le prix moyen de la construction immobilière est en février 1948 environ 15 fois celui de 1939.

Les frais d'entretien de ces baraques sont par ailleurs

considérables <sup>(1)</sup> et leur capitalisation rend finalement le logement provisoire aussi onéreux que le logement définitif.

Enfin, viendra le moment où les baraques pourront être démolies; de nouvelles dépenses sont à prévoir pour la remise en état du sol. Tout ceci explique que le Ministère de la Reconstruction ait découragé depuis 1947 les demandes, pourtant souvent légitimes des municipalités sinistrées, et qu'il ait au contraire tenté de réduire les dépenses d'établissement ou à tout le moins d'obtenir, à prix égal, des constructions plus solides ou plus confortables, à caractère définitif.

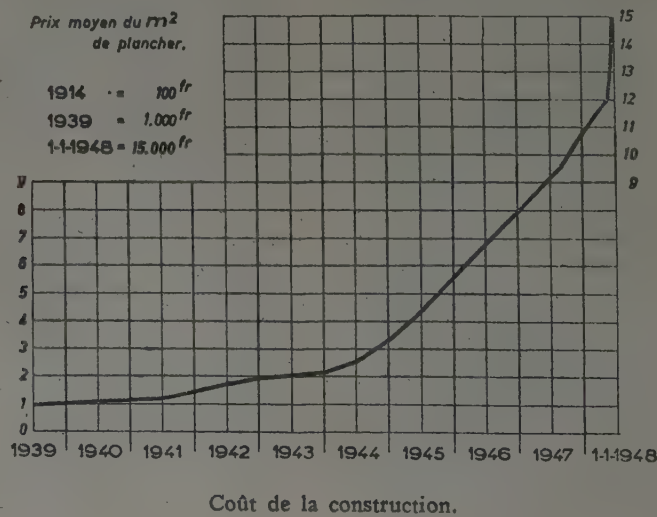
L'acquisition à 150 francs le mètre carré <sup>(2)</sup> (valeur 1939) départ New-York de 8 000 maisons préfabriquées, du type U. K. 100, primitivement destinées à la Grande-Bretagne qui résilia la commande lors de l'abandon du lend-lease, nous a procuré en même temps qu'une masse de logements immédiatement disponibles une économie substantielle, malgré les travaux d'adaptation qui se sont avérés nécessaires.

On a d'autre part perfectionné les types courants de baraquements. Dans certaines localités on les a améliorés au point de les rendre comparables sous le rapport de la durée et du confort, à des maisons en dur du type « économique »; on envisage aujourd'hui, si leur implantation n'est pas en contradiction avec le plan d'urbanisme, de les céder à des sinistrés, en échange de leurs droits aux dommages de guerre, ou même à des tiers — ce qui diminuera d'autant la charge de l'entretien incombant au M. R. U. et permettra de liquider un certain volume de dommages de guerre.

Le logement de la main-d'œuvre du Bâtiment et des sinistrés étant ainsi assuré, les travaux préparatoires à la reconstruction pouvaient commencer.

<sup>(1)</sup> 2 400 millions de francs actuels sont prévus à cet effet dans le Budget 1948.

<sup>(2)</sup> Le prix de départ de chaque maison de 60 m<sup>2</sup> couverts était 800 \$ à 50 francs, soit 40 000 francs. Le prix au mètre carré en francs (valeur 1944) était donc de 666 francs le mètre carré, soit moins de 150 francs le mètre carré (valeur 1939).





*Photo M. Curé, Évreux.*

Construction provisoire à usage commercial, à Évreux.



Parti élégant tiré d'un U. K. 100 américain, à Pont-Audemer.





Le Havre, avant et après déblaiement. (Photos prises successivement du même point de vue.)



Saint-Valéry-en-Caux.  
1. Avant le sinistre.



2. Après déblaiement et exécution des travaux de voirie sous la direction du service des Ponts et Chaussées de la Seine-Inférieure.

## II. — TRAVAUX PRÉLIMINAIRES A LA RECONSTRUCTION

L'opinion publique s'est souvent émue des lenteurs de la Reconstruction. Les critiques n'ont pas été ménagées au jeune Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, depuis sa création au lendemain de la Libération. Il m'est possible aujourd'hui de prouver devant vous que ceux qui les formulaient, ne parlaient pas toujours en connaissance de cause. Du moins ignoraient-ils, ou feignaient-ils d'ignorer, qu'avant d'aborder la phase définitive de la Reconstruction, je veux dire celle que tous les Français attendent, et qui seule pourra leur fournir les logements dont ils ont besoin, le Ministère se devait de mener à bien l'ensemble des tâches dites préliminaires, tâches sans doute moins spectaculaires que les autres, mais dont il n'est pas besoin d'être un technicien, pour savoir qu'elles conditionnaient de façon absolue le reste des travaux à entreprendre.

Si j'ajoute que la France, au lieu d'être un pays plein de santé et de richesses, comme elle l'était encore en 1919, abordait sa tâche de Reconstruction avec des forces matérielles et morales diminuées et affaiblies, je crois que chacun de vous comprendra qu'il n'est plus possible de parler légèrement d'une œuvre qui posait au pays une question de vie ou de mort : il est facile de dire que rien n'a été fait ; il est exagéré, dans l'état actuel des choses, d'ignorer délibérément et volontairement ce que d'autres ont fait pour vous.

### Les résultats obtenus.

Ne disposant que de moyens réduits, le M. R. U. avait au lendemain de la Libération à organiser un grand nombre de tâches, qui étaient des tâches indispensables, préliminaires à tout travail de Reconstruction et qui se présentaient toutes plus ou moins sous l'aspect de l'urgence.

### Déminage.

Parmi elles se trouvaient les travaux du déminage et du désobusage.

Au lendemain de la Libération, il y avait, enfouies dans le sol français et éparses sur 450 000 hectares près de 14 millions de mines. Ces mines, il fallait d'abord les détecter puis les neutraliser, et c'était là un travail à la fois difficile et dangereux. Difficile, parce que n'ayant jamais eu à l'entreprendre, on manquait d'expérience et de méthode pour l'aborder ; dangereux, parce que les engins recherchés étaient d'espèces très diverses et nécessitaient par leur variété même des précautions multiples.

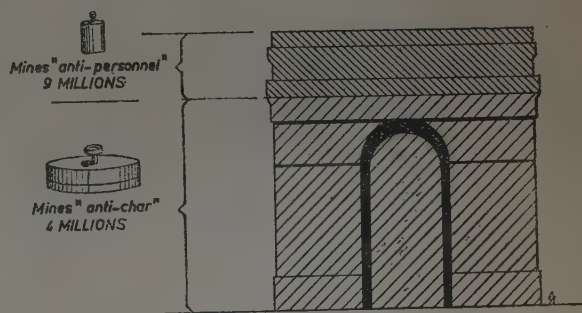
Pourtant, 64 % des résultats étaient acquis au 31 décembre 1945 ; 87 % au 31 décembre 1946 et 90 % au

30 juin 1947. Actuellement nous en sommes à 92 %, c'est-à-dire que les travaux de déminage peuvent être désormais considérés comme presque achevés.

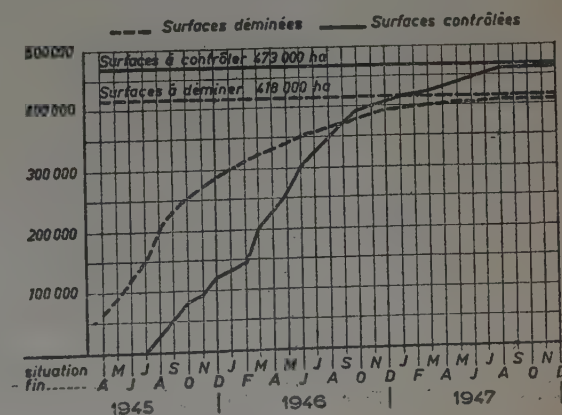
Parallèlement au déminage, le désobusage est terminé dans 11 700 communes sur 12 721 à nettoyer.

Ces résultats n'ont pu être acquis que grâce à l'admirable dévouement des hommes qui ont accepté d'affronter, dans cette tâche obscure, des dangers souvent mortels : 478 démineurs français ont payé de leur vie leur collaboration à cette dernière libération du sol français, 794 autres ont été blessés.

A l'heure actuelle, on opère la liquidation du Service du Déminage. Quelques éléments des anciennes équipes vont former des équipes volantes de sécurité, installées en douze points du territoire, et chargées de l'enlèvement rapide des engins explosifs qui seront signalés. Les dépenses du déminage, qui ont été de 4 milliards en 1946 et en 1947, seront réduites à environ 200 millions en 1948.



Les mines déterrées, empilées les unes sur les autres, rempliraient un volume égal à celui de l'Arc de Triomphe.



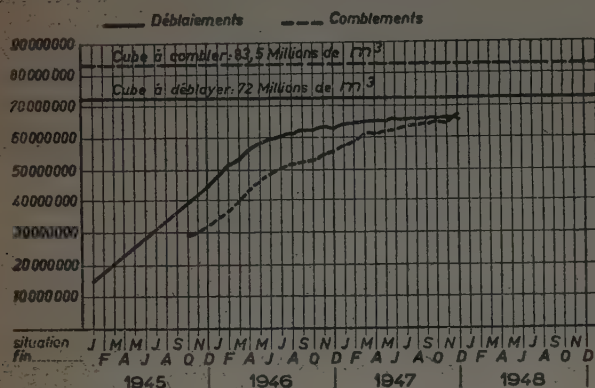
Déminage : avancement des travaux.



## Déblaiement.

A côté du déminage, une autre tâche non moins urgente, non moins indispensable s'imposait au M. R. U., je veux parler du déblaiement. Elle est aussi virtuellement terminée.

Il y avait à remuer 72 millions de mètres cubes de décombres, avec le souci de récupérer le plus possible de matériaux utilisables. Ces travaux sont maintenant réalisés dans la proportion de 95 % ; ceux qui restent à effectuer concernent principalement les régions de haute montagne où ils sont volontairement différés.



Déblaiements et complements : avancement des travaux.

Quant aux travaux de comblement de trous de bombes qui portent, eux, sur 85 millions de mètres cubes, ils ont suivi un rythme analogue.

Notons en passant qu'en 1921, c'est-à-dire trois ans après la libération du territoire, il restait encore 30 % des déblaiements à exécuter.

## Mise à l'abri des sinistrés.

Le déminage et les déblaiements ne constituent qu'un aspect des travaux préliminaires à la Reconstruction. A côté de celui-là il y en avait un autre, qui était en un sens beaucoup plus grave, et qui, par-dessus tout, réclamait des solutions rapides et énergiques : le logement provisoire des sinistrés.

Au lendemain de la Libération, cherchaient un abri 3 millions de sinistrés à qui l'on n'avait, à la lettre, rien à offrir.

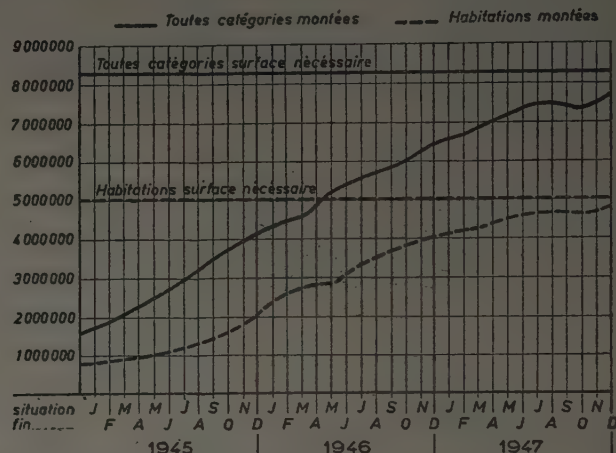
Je vous ai exposé ci-dessus les inconvénients des constructions provisoires : solution mauvaise mais nécessaire. Mais le principe de leur emploi une fois adopté, l'opération a été menée aussi rapidement que possible.

Pendant l'occupation, 25 000 logements provisoires avaient été construits. Mais à la Libération, les besoins considérables apparaissaient de l'ordre de 80 000 logements, plus 3 millions de mètres carrés de baraquements pour des usages divers et 2 millions et demi de mètres carrés de hangars agricoles.

Ce programme a été pratiquement exécuté. Il a été réalisé :

A 38 % fin 1945, 58 % fin 1946.

Dès la fin de 1947 les fabrications d'État ont été arrêtées. Le Service des Constructions provisoires qui dépendait du Ministère de la Production industrielle a été rattaché pour liquidation au Ministère de la Reconstruction.



Constructions provisoires : surface des constructions terminées.

Remarquons enfin qu'on a édifié en 3 ans autant de baraquements qu'après l'autre guerre. A l'époque, l'opération s'était étendue sur 4 ans.

## Réparations et mise hors d'eau.

Il était souhaitable de réduire autant que possible le recours aux constructions provisoires. Le M. R. U. s'est donc attaqué parallèlement à une tâche beaucoup plus large, à savoir la réparation systématique des immeubles partiellement sinistrés. Dès 1945, la consigne a été donnée à toutes les Délégations départementales — répétée maintes fois par la suite — de réparer tout ce qui était réparable, de réparer à tout prix, de le faire à la place même du sinistré en cas d'absence ou de négligence de celui-ci ; c'est sur ce domaine qu'a porté l'effort principal du Ministère en 1945 et 1946, comme le montre le graphique des mises hors d'eau ci-après.

Sur les 2 124 000 immeubles endommagés sur l'ensemble du territoire, 1 662 000 ne l'étaient que partiellement et pouvaient donc être réparés. Sur ces 1 662 000 immeubles réparables, 550 000, soit environ 33 %, ont été réparés définitivement et 692 300 autres, sans être réparés définitivement ont été rendus utilisables. Au total, 80 % des bâtiments partiellement sinistrés ont fait l'objet de réparations.

Le montant des travaux de réparation et de mise hors d'eau exécutés jusqu'à présent tant par les sinistrés eux-mêmes que par l'État, au titre des travaux d'office, s'élève à 25 milliards de francs valeur 1939. Certes, il reste à réparer des bâtiments très gravement touchés, et à achever la réparation intérieure des immeubles que l'on a cherché en première urgence à rendre utilisables. Mais ceux qui ont eu l'occasion de voyager hors de France





Nouvelle voirie du plateau d'Aplemont au Havre. Tout un quartier nouveau du Havre va naître en bordure de cette voirie.



Exécution de la grande déviation prévue au plan de Reconstruction de Beauvais.



Maison à Delme (Moselle) avant réparation.



La même maison après réparation. 1 242 300 maisons ont été mises hors d'eau comme celle-ci : l'oubli des blessures et l'absence de cicatrices font parfois dire que rien n'a été fait.



Suppression de trois importants PN au centre du Creusot sur le CD1, à l'occasion de la reconstruction.





Saint-Malo.



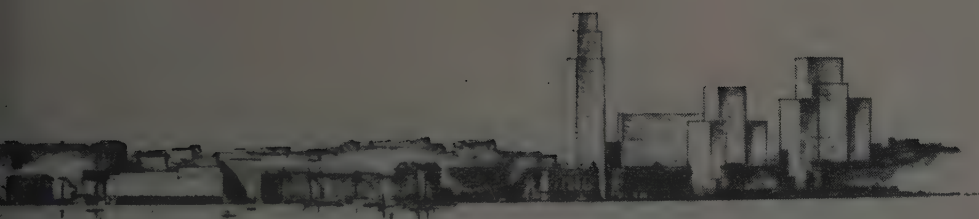
Marseille. Première esquisse, du pro



Toulon. (Louis MADELINE, ar  
Un certain nombre d'îlots, de ces



h. en chef.)



de la reconstruction du Vieux Port.



Le nouveau quai Stalingrad.  
vont être adjugés incessamment.





1. La haveuse LEFEVRE en action.



2. Le bardeur LEFEVRE transportant les blocs débités par les haveuses.



Nouvelle usine ISOREL en construction. Elle permettra de doubler la production actuelle.  
1. En cours de montage.



2. Vue intérieure.



Première usine de PLASTERBOARD, en construction à Vaujours (S.-et-M.).  
L'usine commencera sa production en octobre 1948 et pourra fournir, annuellement, 15 000 000 de mètres carrés.

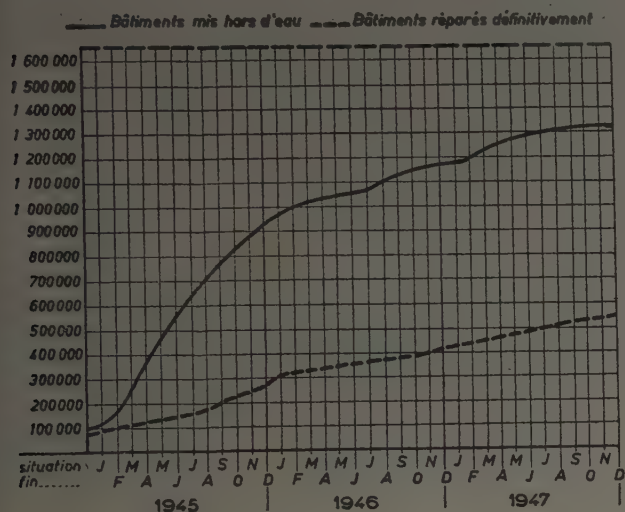
1. Hall en construction.



2. Vue intérieure.

## QUESTIONS GÉNÉRALES

savent que notre action, dans ce domaine, a été plus rapide et plus efficace que celles de certains gouvernements étrangers, même dans les pays que la guerre avait moins éprouvés. L'intervention directe de l'Etat pour procéder à des réparations d'office en cas d'absence ou de négligence du propriétaire, a incontestablement permis de sauver une partie importante du patrimoine immobilier.



Mise hors d'eau et réparations. Bâtiments toutes catégories.  
Avancement des travaux.

Si l'on n'a pas beaucoup reconstruit de bâtiments d'habitation, on a du moins procuré aux agriculteurs les hangars nécessaires à la mise à l'abri des récoltes. La reconstitution industrielle de son côté est faite à plus de 65 % grâce à l'effort remarquable des sinistrés, qui dans bien des cas ont avancé à l'Etat des sommes considérables.

La préparation du sol dans les zones sinistrées se poursuit par ailleurs. Près d'un milliard de francs 1939 ont été engagés pour tracer la nouvelle voirie et installer les nouveaux réseaux d'assainissement, eau, gaz, électricité, dans les zones des villes sinistrées correspondant à la moitié du programme total.

Je me résume :

- déminage effectué à 92 % ;
- déblaiement effectué à 95 % ;
- constructions provisoires virtuellement terminées ;
- 80 % des bâtiments réparables sont utilisables ;
- reconstruction industrielle faite à 65 % ;
- aménagement du sol (voirie nouvelle et nouveaux réseaux), engagé pour moitié du programme.

### Amorce de la reconstruction immobilière.

Dans le domaine de la reconstruction des immeubles totalement sinistrés, l'Etat a donné l'exemple et lancé un programme de reconstruction de 20 000 immeubles, actuellement en cours de réalisation dans la plupart des grandes villes sinistrées.

1 470 logements ont été livrés à la population,  
13 000 — — — sont en chantier.

Le reste fait l'objet de marchés qui vont être exécutés au printemps prochain.

Quelques sinistrés, de leur côté, ont commencé à reconstruire :

A ce jour : 1 700 logements et 1 900 fermes sont terminées,  
4 000 — — — et 4 000 — — — sont en chantier.

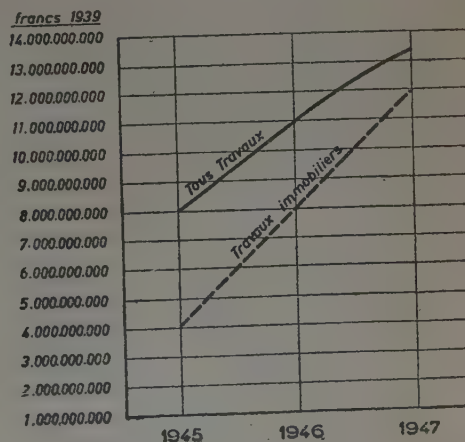
Cet effort de reconstruction totale peut apparaître faible au regard des 700 000 logements totalement sinistrés. Tel est bien là en effet la caractéristique des trois premières années de la reconstruction : l'effort financier du gouvernement s'est porté sur les tâches urgentes de l'heure : reprise de l'activité économique dans les zones sinistrées, reconstruction des usines, et préparation de la reconstruction définitive. Le problème est bien circonscrit principalement aujourd'hui à la reconstruction des logements totalement détruits.

\*  
\* \*

Avant d'examiner comment se pose ce problème, je voudrais croire que vous êtes persuadés à présent que si tout n'a pas encore été fait, quelque chose du moins a été fait.

Sans doute les Français attachent-ils plus d'intérêt à voir reconstruire une maison qu'à voir charrier des décombres, et c'est parfaitement légitime. Du moins doivent-ils savoir qu'on ne construit pas sur des décombres, ni sur un sol démantelé. Les sinistrés ont été pour la plupart d'une patience admirable, car ils savent que tous ces travaux préliminaires étaient indispensables. Il est pour eux une raison majeure d'espérer : c'est la progression constante, de 1945 à 1947, du volume des travaux de reconstruction, et cela, en dépit de la pénurie de matériaux de construction et des difficultés de tous ordres, conséquence de l'appauvrissement général de notre pays.

Voir la courbe du volume des travaux payés annuellement par le M. R. U., exprimés en valeur 1939, pour permettre une comparaison indiscutable :



Volume des travaux réglés annuellement ramené en francs 1939 :  
progression régulière et constante.



en 1945 : 8 milliards, dont 4 pour les travaux immobiliers, soit 3,5 % du revenu national ;  
 en 1946 : 11 milliards, dont 8 pour les travaux immobiliers, soit 3,5 % du revenu national ;  
 en 1947 : 13,5 milliards, dont 12 pour les travaux immobiliers, soit 3,7 % du revenu national.

*La proportion du revenu national affectée par l'État à la reconstruction est donc restée sensiblement la même. Ce fait est très caractéristique : en même temps que se relevait la production du pays, augmentait le revenu national et en même temps l'effort de l'État pour la reconstruction. Le rythme de notre reconstruction est donc intimement lié à notre production.*

Vous ne remarquerez dans cette courbe de progression de la Reconstruction aucune dent de scie ! Il y a eu un effort continu et progressif dû à tous les travailleurs du bâtiment, entrepreneurs, hommes de l'art et fonctionnaires qui ont travaillé sous l'impulsion de l'ancien Commissaire à la Reconstruction et des sept Ministres successifs. Il n'y a pas eu de miracle mais il n'y a pas eu non plus de catastrophe comme voudraient souvent le faire croire des censeurs impitoyables. À chaque année, a correspondu une phase de reconstruction : elles ont été plus ou moins spectaculaires mais toutes utiles. Et peut-être est-ce l'occasion de rappeler ici qu'il est plus ingrat d'être le Ministre de la pénurie et de la préparation, comme ce fut le cas et comme c'est encore le cas, que d'être, comme bientôt, nous l'espérons, le Ministre de l'abondance et de la réalisation.

### Études faites ou en cours.

Ce bilan néglige par ailleurs les études faites jusqu'ici. Géomètres puis urbanistes ont travaillé depuis 1941 à doter les quelque 2 000 communes déclarées sinistrées, d'un plan d'aménagement et de reconstruction dont la procédure d'approbation est très avancée ; les techniciens privés, les Ingénieurs des Ponts et Chaussées, les Services techniques municipaux ont, par ailleurs, poussé très loin les études de tous les projets correspondants de voirie nouvelle et de réseaux d'assainissement d'eau, de gaz et d'électricité. Ainsi que je viens de vous le dire, une bonne partie de ces projets sont en cours de réalisation, et leur exécution est à la fois le plus sûr garant qu'il ne peut être question de remettre en discussion les plans d'urbanisme et la meilleure preuve d'un progrès par rapport à l'autre reconstruction.

Enfin par l'octroi de lettres d'agrément ou de licences d'importation, un certain nombre d'industries des matériaux de construction ont pu se moderniser : je vous projette quelques vues de la première usine de plasterboard qui va fonctionner dans quelques mois, de la grande usine de bois pressé de Casteljaloux en cours de construction et de l'usine Lefèvre, à Bonneuil-en-Valois, pour l'extraction de pierres préciées.

Je vous parlerai enfin tout à l'heure des études d'îlots prioritaires en cours pour la reconstruction immobilière : Vous verrez finalement, si vous n'en êtes pas déjà convaincu, que si jusqu'ici on a peu bâti, du moins tout est prêt pour que l'on puisse reconstruire.

### III. — PERSPECTIVES POUR L'ANNÉE 1948

La loi de finances du 31 décembre 1947 fixe les crédits à allouer au M. R. U. compte tenu des prix en vigueur au 1<sup>er</sup> décembre 1947.

Elle autorise, en matière de travaux immobiliers, un engagement de dépenses de 180 milliards et alloue à l'appui un montant de 120 milliards de paiements. Au coefficient 10 admissible à la date précitée par rapport à 1939, le budget correspondait donc à un paiement de 12 milliards de francs 1939, alors qu'il a été payé 4, puis 8 et 12 milliards successivement pendant les trois premières années de la Reconstruction. La hausse des salaires et du prix des matériaux intervenue au 1<sup>er</sup> janvier 1948, remet en cause ce programme : au coefficient 15, le budget voté ne correspond plus qu'à 8 milliards de francs 1939 et ramène la Reconstruction une année en arrière. Sauf crédits supplémentaires, le programme présenté devra donc, obligatoirement, être réduit d'un tiers.

Le programme sur lequel porterait cette réduction du tiers comportait essentiellement les dispositions suivantes (les chiffres de dépenses sont ramenés ci-après à leur valeur 1939 sur la base du coefficient 10).

— Continuation de la préparation du sol, travaux de voirie et réseaux divers pour 1,1 milliard, exécution de sondages à l'emplacement des îlots à reconstruire. Exécution des fondations spéciales en terrain difficile.

— Travaux de réparations d'office, spécialement dans les parties tardivement libérées par l'ennemi, pour 1,1 milliard contre 4,5 l'année précédente.

— Entretien des constructions provisoires pour 240 millions.

— Achèvement du programme des reconstructions par l'État, programme de reconstructions par les sinistrés, pour 7 milliards sur lesquels :

1,4 milliard iront à la reconstruction immobilière ;

4,9 milliards iront à la reconstruction d'habitations dont une moitié en reconstruction groupée ;

0,7 milliard iront à la reconstruction agricole.

On pourra ainsi mettre en chantier environ 100 000 logements nouveaux et en terminer 50 000, dont moitié en reconstruction groupée.

Ainsi que vous le voyez, l'accent dans le programme de l'année 1948 a été largement mis sur la reconstruction proprement dite. Et nous voyons apparaître pour la première fois un programme de reconstruction groupée par les sinistrés. Cette constatation nécessite quelques commentaires.



Constructions d'État à Oradour-sur-Glane (novembre 1947). M. PAQUET, architecte en chef.  
La reconstruction d'Oradour, tout comme celle du Vercors, sera achevée avant fin 1949.



I. S. A. I. construits à Mulhouse.



Cité Sainte-Thérèse, à Rennes.





Brest. Chantiers de construction d'I. S. A. I.  
Maisons individuelles de Landérec.



Boulogne-sur-Mer. Halle aux poissons  
construite par les ouvriers de la régie du M. R. U.



Joué-du-Bois. Village de l'Orne  
entièrement remembré et reconstruit.



I. S. A. I. à Saint-Lô.



Sully-sur-Loire. Premier îlot reconstruit.



Gien. Le premier îlot reconstruit.

**Reconstruction groupée.**

Jusqu'à maintenant les travaux exécutés dans le domaine de la reconstruction l'ont été principalement par l'État pour le compte des sinistrés.

Ceci s'explique d'une façon bien simple, par les deux raisons suivantes :

— En premier lieu, les travaux de la phase préliminaire étaient en général des travaux urgents qu'il convenait de mener à bien dans le plus bref délai et que nul, sinon l'État lui-même, n'avait les moyens matériels d'entreprendre.

Sans doute est-il arrivé, dans certains cas, et particulièrement dans les régions peu sinistrées, que les habitants eux-mêmes se trouvaient à même de réaliser, par leurs propres moyens et sans le concours de l'État, les tâches essentielles du déblaiement et de la remise en état des sols.

Mais c'étaient là des cas assez rares, et qui n'ont tenu qu'une place réduite dans la masse des travaux exécutés.

En règle générale aucun maître d'œuvre, sinon l'État, ne pouvait disposer des ressources en argent, en matériaux et en main-d'œuvre, nécessaires à la réalisation de cette sorte d'ouvrages.

Une autre raison militait par ailleurs, pour confier à l'État la prise en charge de ces tâches, et cette raison était que la nature même des travaux à exécuter, touchait bien plus à l'intérêt public qu'aux intérêts privés, et rendait pratiquement indifférent le choix du maître d'œuvre.

Autant, en effet, il importe à une personne à qui l'on reconstruit sa maison, de pouvoir donner son avis sur son emplacement, son architecture, autant, dans la majorité des cas, il lui est égal de confier à l'État le soin d'enlever des mines, de déblayer des ruines ou d'élever des baraques.

Ces deux raisons ayant l'une et l'autre disparu, l'année 1948 va voir la politique de reconstruction s'orienter dans un sens différent. Désormais le maître d'œuvre ne sera plus l'État mais le sinistré lui-même.

Ce principe était déjà contenu dans la loi du 28 octobre 1946 sur les Dommages de guerre. Les mois qui viennent vont en voir la mise en œuvre effective de la façon suivante :

Lorsqu'on parle de reconstruction par les sinistrés eux-mêmes, il faut préciser de quoi on parle. Il ne s'agit pas, et il ne peut s'agir de confier à chaque sinistré, à chaque personne isolément ou au sein d'une coopérative, le soin de reconstruire sa maison selon ses vues et sans souci des intérêts communs ; il ne peut s'agir, comme on l'avait fait au lendemain de la guerre 1914, de cantonner l'État dans le rôle de payeur d'indemnités, rôle dont vous savez quels résultats désastreux il a souvent donnés sur le plan de l'urbanisme.

De cette nécessité est née l'idée de reconstruction par des groupements de sinistrés responsables sous la surveillance de l'État, et pour un périmètre déterminé, de l'ensemble de l'œuvre de reconstruction.

Ces groupements existent déjà sous une première forme, celle des Associations syndicales ; au 1<sup>er</sup> février une centaine étaient constituées et un nombre égal en voie de constitution.

Elles étudient depuis le mois de septembre dernier le programme de reconstruction groupée crédité par le

Parlement. Elles ont, à cet effet, fait désigner par les Commissions départementales, un certain nombre d'îlots prioritaires correspondant à un programme de 65 000 logements groupés, chiffre fixé par le M. R. U. à dessein en excédent sur le programme à réaliser en 1948, de façon à permettre une étude plus poussée des tranches ultérieures. Des architectes en chef chargés de diriger l'élaboration des projets d'une même région et d'en surveiller l'exécution ont été désignés par le M. R. U. Ils ont procédé, en accord avec les Associations syndicales, au découpage des chantiers de travaux et à la désignation des architectes. Les instructions du M. R. U. en ce domaine ont été les suivantes : dans un îlot à reconstruire, on délimite des volumes de construction d'un seul tenant correspondant à 30 à 50 millions (valeur 1946) et englobant la reconstruction des immeubles de plusieurs sinistrés. La rédaction du projet et l'exécution des travaux de cette unité de chantier sont confiées à un seul architecte responsable vis-à-vis de l'Association syndicale, quitte pour lui, le cas échéant, à travailler en équipe avec les architectes que les sinistrés désireraient conserver. Ces architectes d'unités de chantier s'emploient depuis 6 mois à ajuster et à développer à la fois, sur esquisses, avant-projet et projet, les programmes de leurs clients dans le cadre de l'îlot, suivant les données du Commissaire du remembrement et les directives de l'Architecte en chef.

Je vais vous projeter sur l'écran un certain nombre de projets d'îlots qui ont été préparés dans ces conditions. Les études, comme vous le voyez, sont pleines de promesses : leur qualité est due à la volonté de travail en commun de tous les techniciens et hommes de l'art représentés et spécialement au rôle déterminant joué par l'Architecte en chef. Il n'y a rien de commun, évidemment, entre le projet du quai Stalingrad qui va être exécuté par les architectes toulonnais sous la direction de M. MADELINE, Architecte en chef, et certaines reconstructions style banlieue parisienne que nous avons connues.

Les Associations syndicales étaient jusqu'aujourd'hui la seule forme légale de groupements de sinistrés. Le Parlement discute, en ce moment même, une deuxième forme légale de regroupements : celle des coopératives.

Les coopératives de l'autre guerre avaient, en effet, laissé chez beaucoup de sinistrés un souvenir de grande efficacité avec possibilités très larges laissées à l'initiative de chaque sinistré de se manifester complètement. Les principales dispositions du projet de loi en discussion s'inspirent de cet esprit : les sinistrés choisissent librement leurs architectes, le Conseil d'Administration approuve les projets de ceux-ci, les formalités de mise en adjudication des travaux sont très simplifiées ; sur la demande de 20 % de leurs membres les Associations syndicales peuvent se transformer en coopératives.

Ce sont ces coopératives qui, après la promulgation de la loi seront, à côté des Associations syndicales restantes, les véritables maîtres d'œuvre de la Reconstruction : c'est d'elles que dépendra désormais cette tâche dont je vous disais tout à l'heure qu'elle constituait une question de vie ou de mort pour la France.

Je vais, si vous le voulez, examiner objectivement pour terminer quelles sont les perspectives d'avenir qui s'offrent à elles.



#### IV. — PERSPECTIVES A LONG TERME. LA RECONSTRUCTION, PROBLÈME INDUSTRIEL

L'essor du bâtiment en France, dans les années à venir est étroitement lié à l'évolution de sa technique. Je suis ainsi amené à vous parler de la préfabrication. D'autres voix plus autorisées vous en ont déjà parlé, et la plupart d'entre vous connaissent les conséquences qui s'attachent à sa mise en application. Je voudrais ici insister sur certains de ses aspects économiques et apporter les précisions qui se dégagent depuis quelques jours de l'analyse des divers chantiers d'expérience et notamment d'Orléans. Il s'agit non pas de préfabrication intégrale mais de pré-fabrication élémentaire s'appliquant aussi bien aux constituants du gros œuvre (poutrelle, hourdis, croisées, pierres reconstituées, éléments moulurés, etc...) qu'à l'équipement ménager.

A Orléans avait été mis en route, en 1944, la reconstruction d'un ensemble de 200 logements au moyen d'éléments préfabriqués dans des usines satellites : sans rentrer dans le détail technique de ce chantier, je me contenterai de vous rappeler en deux mots les caractéristiques principales du gros œuvre : les planchers sont constitués par des poutrelles préfabriquées en béton précontraint supportant des hourdis préfabriqués en béton vibré, les murs constitués par du béton vibré coulé entre deux dalles extérieure et intérieure préfabriquées.

Après des études minutieuses, poursuivies notamment par des Ingénieurs en organisation et des spécialistes des évaluations, le M. R. U. vient de tirer des conclusions définitives sur le prix de revient de l'expérience faite.

Il en résulte, à mon sens, les conséquences qui suivent pour la préfabrication.

##### Notion de rayon économique.

Considérons une usine de préfabrication de poutrelles de plancher exécutées en béton armé précontraint, analogue à celle qui dessert Orléans.

Le prix de revient de chaque mètre linéaire de poutrelles, valeur décembre 1946, a été reconnu être de 180 francs, somme dans laquelle l'amortissement entre pour 28 francs en chiffres ronds lorsqu'il s'agit d'une production de 400 000 mètres linéaires en 3 ans avec travail à deux postes.

Le plancher monté avec cette poutrelle revient 12 % moins cher que le traditionnel dans l'hypothèse de cette cadence d'amortissement. Si celle-ci s'abaisse, la marge ci-dessus diminue jusqu'à s'annuler pour une production de 100 000 mètres linéaires environ puis change de signe.

Si, au contraire, la cadence de fabrication augmente, la marge de 12 % au profit de la préfabrication s'accroît lentement pour tendre vers une limite qui est de 16 %.

Par ailleurs le transport de cette poutrelle revient à :

17	francs pour 100 km ;
22,50	francs pour 150 km ;
28	francs pour 200 km.

Si nous rapprochons ce dernier chiffre de celui de 28 francs représentant l'amortissement à la cadence 400 000 mètres linéaires en 3 ans nous pouvons en conclure que si deux usines de poutrelles débitant chacune 400 000 mètres linéaires de poutrelles, balayent deux secteurs du territoire, la distance optimum de ces deux usines sera de  $2 \times 200 = 400$  km. Il y a un rayon économique de transport qui est, en l'espèce, de 200 km. Au point de contact des deux zones la marge bénéficiaire du préfabriqué, par rapport au traditionnel, sera réduite de 12 % à 10 % seulement.

A chaque cadence correspond un rayon économique. Mais cette cadence est liée au débouché possible dans le secteur considéré. Ainsi, pour débiter 400 000 mètres linéaires de poutrelles, dans un rayon de 200 km, il faut pouvoir appliquer le procédé à 2 500 logements nouveaux.

Si ce programme présente une densité trop faible, le débouché suffisant pour une cadence de fabrication acceptable ne peut être trouvé que dans un rayon trop grand qui introduit des prix de revient prohibitifs.

Tel serait le cas si chaque sinistré croyait ne pas devoir suivre les mêmes disciplines que son voisin.

Le succès de la préfabrication est donc essentiellement lié à l'entente des maîtres d'œuvre qui devront se concerter pour absorber une préfabrication d'un type déterminé. Il y a une opposition très nette entre le lancement d'une fabrication mécanique, voire même d'équipement ménager dont le prix de vente est pratiquement indépendant de la situation géographique de l'acheteur et la mise en route d'une usine de préfabrication d'éléments lourds tels que hourdis, dalles et poutrelles : le client est ici attaché au sol puisqu'il n'est client qu'à raison de la maison qu'il bâtit.

Il faudra donc, dans les années à venir, qu'un chef d'orchestre de la construction analyse, dans une zone déterminée, les besoins totaux en éléments préfabriqués, c'est-à-dire non seulement ceux de la reconstruction mais ceux des industriels, des organismes semi-publics tels que H. B. M. et ceux des particuliers et que, en fonction des prix de transport, ce planificateur étudie avec les intéressés la carte des préfabriques sur le territoire.

L'absence de planification entraînerait de graves conséquences. Nous apercevons d'abord, d'après ce que nous venons de dire, qu'il s'ensuivrait des transports inutiles, et, par conséquent, un gaspillage de charbon. Ensuite une concurrence stérile s'instaurerait dans le cas de plusieurs concurrents dans le même secteur économique.



Quelques réalisations en cours d'exécution, à l'initiative des Associations syndicales.



I. S. A. I. à Évreux, façades sur rue.



Orléans. Le chantier d'expérience. Ilot 4. Vue de la rue Bannier.



I. S. A. I. à Évreux, cour intérieure.



Orléans. Le chantier d'expérience. Ilot 4.  
Vue sur les cours intérieures.



Amiens. Le groupe Faidherbe.



Quelques projets qui vont être réalisés en 1948, à l'initiative des Associations syndicales.



Amiens. Rue des Trois-Cailloux. A. LECONTE, architecte en chef.



Valenciennes. VANDENBEUSCH, architecte en chef.



Beauvais. BOILEAU, architecte en chef.

## QUESTIONS GÉNÉRALES

Mais ces deux conséquences seraient d'importance mineure comparée aux suivantes. Les expériences de préfabrication analysées mettent en relief, sans aucune espèce de doute, une économie de main-d'œuvre du bâtiment considérable. Un plancher préfabriqué exige 2 heures et demie de main-d'œuvre sur chantier contre 3 heures et demie pour le traditionnel. Or, vous savez que nous n'avons guère plus de 650 000 ouvriers du bâtiment contre 1 100 000 en 1914, dont 300 000 seulement à pied d'œuvre sur les chantiers de reconstruction. Puisque le problème des matériaux est en passe d'être résolu, c'est bien l'effectif de cette main-d'œuvre qui va déterminer le rythme de la reconstruction. En l'absence de recours aux procédés de préfabrication, il faudra donc déplacer de la main-d'œuvre supplémentaire et, je vous ai dit, au début de cette conférence, qu'il en coûtait 3 % de dépenses totales de reconstruction par 50 000 ouvriers déplacés. La conclusion s'impose donc : la reconstruction en traditionnel intégral limitera le rythme de la construction et augmentera la charge financière de l'État par le déplacement supplémentaire de main-d'œuvre qu'elle entraînera.

Sur le plan des matériaux, grâce aux interventions énergiques de M. COTY, Ministre de la Reconstruction, il semble bien que les chantiers du bâtiment seront alimentés en 1948 d'une façon plus abondante que par le passé. Ceci ne doit pas nous faire oublier que notre balance commerciale reste déficitaire et que nous sommes, plus que jamais, importateurs de charbon. Or, un plancher préfabriqué consomme en moyenne 25 kg de charbon contre 33 pour certains autres (planchers béton armé et hourdis céramique) et même 53 kg pour des planchers métalliques et bardeaux céramiques. Dans une hypothèse extrême, une différence de 25 kg de charbon par mètre carré de plancher, appliquée aux 700 000 logements à reconstruire, correspondrait à près de 2 millions de tonnes de charbon. Ceci représente le tonnage nécessaire à l'alimentation de toutes les usines de ciment, briques, tuiles et plâtre de la France entière pendant 9 mois. J'ai pris à dessein cette hypothèse extrême pour que vous saisissiez bien que des prix de revient équivalents pour le client correspondent à des conséquences tout à fait différentes pour notre économie.

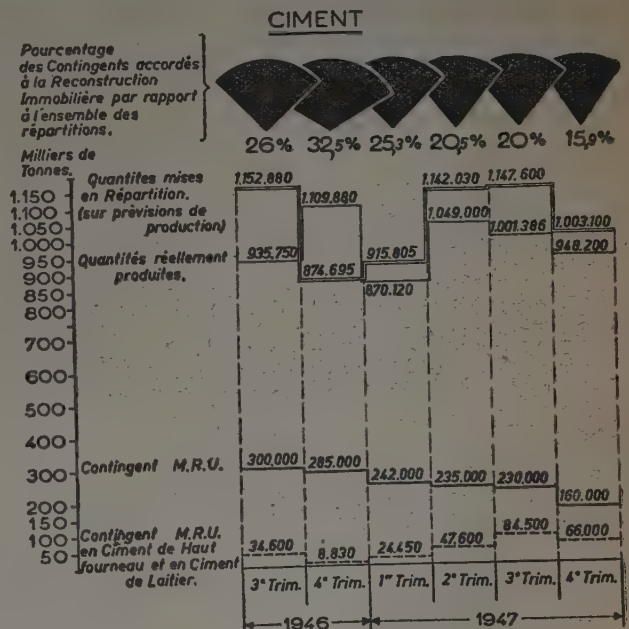
Permettez-moi de vous donner encore deux autres exemples très caractéristiques. La France possède les plus beaux gisements du monde en pierre tendre et mi-tendre ; il semble que les carrières soient sur la voie d'une mécanisation puissante de l'extraction de cette pierre permettant de la débiter en petits parallélépipèdes de dimensions analogues à celles des parpaings et par conséquent de mise en œuvre facile. Grâce à la machine, l'intervention humaine, pour la fabrication de ces petits blocs de pierre, sera abaissée à quelques heures à la tonne comme pour les produits cuits ou moulés alors qu'on était resté, dans l'industrie de la pierre de taille, à une ou deux dizaines d'heures, dans certaines carrières. Mais ceci n'est possible qu'au prix d'installations assez puissantes exigeant des débouchés suffisamment larges. Il y a place facilement en France pour une demi-douzaine d'usines de 50 000 tonnes annuelles de pierres présciées correspondant aux principales zones sinistrées du territoire. La géologie, en ce domaine, s'accorde assez bien avec la carte des destructions. 300 000 tonnes de pierres remplaçant une

quantité égale de produits rouges représentent une économie de 50 000 tonnes de charbon l'an, soit encore plus d'un demi-million de tonnes de charbon pendant toute la reconstruction. Ceci correspond, par exemple, au charbon nécessaire à la fabrication des radiateurs, chaudières et poêles destinés à plus de la moitié des immeubles à reconstruire (1). Encore faut-il que les architectes des sinistrés se soient mis d'accord au préalable sur une garantie d'utilisation de ces pierres.

Enfin voici un dernier aspect d'une entente nécessaire, il se rapporte au problème des transports en vrac. La tonne de ciment transportée des cimenteries de la région parisienne à Nantes, rendue sur chantier, revenait (chiffres d'octobre 1947) à 1 800 francs la tonne avec transport en sacs papier, chiffre dans lequel il y a pour 180 francs de devises étrangères représentant l'achat de la pâte KRAFT à l'étranger.

Le transport par wagon trémie, puis par camion de la gare arrivée au chantier ramène ce chiffre à 1 000 francs environ.

Il n'y a pas moins de 200 millions d'économies par an à attendre de l'organisation du transport en trémies vers une dizaine seulement de villes fortement sinistrées. La suppression des sacs correspondants libérera 20 millions de francs de devises étrangères, de quoi suppléer largement à l'insuffisance d'alimentation en essence des chantiers de reconstruction dans ces centres.



La répartition du ciment au profit du M. R. U. n'a pas cessé de diminuer en 1946 et 1947. Le contingent M. R. U. envisagé pour le 2<sup>e</sup> semestre 1948 est de 350 000 tonnes ; il marque un progrès très sensible par rapport aux contingents antérieurs. C'est un minimum nécessaire pour l'exécution du programme fixé.

(1) A l'heure actuelle le M. R. U. n'a pas pu trouver les radiateurs nécessaires à l'équipement de ses immeubles d'État.



Mais tout ceci suppose que les groupements de reconstruction et de construction posent nettement le problème aux industriels intéressés.

C'est pour permettre et favoriser ces ententes que le Ministre de la Reconstruction a obtenu du Parlement la possibilité, à la demande des intéressés, de financer des services communs de reconstruction.

Ils comprendraient l'installation, par des entrepreneurs qualifiés et pour le compte des maîtres d'œuvre groupés en coopératives de la loi de 1917, de silos, engins de manutention, éventuellement d'une centrale à béton, pouvant desservir des terrains sur lesquels s'installeraient les divers préfabricants désignés par un appel à la concurrence.

\* \*

L'essor du bâtiment dans les années à venir, dans le cadre d'une économie française bien conduite, est intimement lié à certaines questions de planification de préfabrication. Les coopératives de sinistrés, à bon droit, désirent se libérer d'une tutelle administrative trop pesante : elles ne pourront se libérer de certaines contraintes économiques. L'initiative de chacun doit incontestablement apporter une plus grande efficacité de réalisation, mais elle devra, pour aussi longtemps que le bilan énergétique de la nation sera déficitaire, se plier à quelques disciplines d'action.

Il n'y a aucune raison pour que les sinistrés n'y souscrivent pas. Suivant la formation de son esprit chacun

est tenté de voir en la reconstruction une question juridique ou un problème financier. J'y vois pour ma part, à travers de multiples aspects, surtout un problème industriel. Traitée sous cet angle, dans une économie restaurée, la reconstruction ne doit pas comporter de pessimisme excessif. Dans certains départements moyennement sinistrés, la reconstruction sera terminée dans trois ou quatre années. L'effort du pays se répartira alors rapidement sur les régions très sinistrées dont les plaies pourront rapidement se cicatriser.

Après l'autre guerre, au cours des débats à la Chambre le 18 avril 1921, M. INGHELS, député, stigmatisait l'incurie de la reconstruction : « Les régions libérées, disait-il, ont gardé le même aspect... Les moindres trous sont encore des logis, des familles s'entassaient dans des mansardes... »

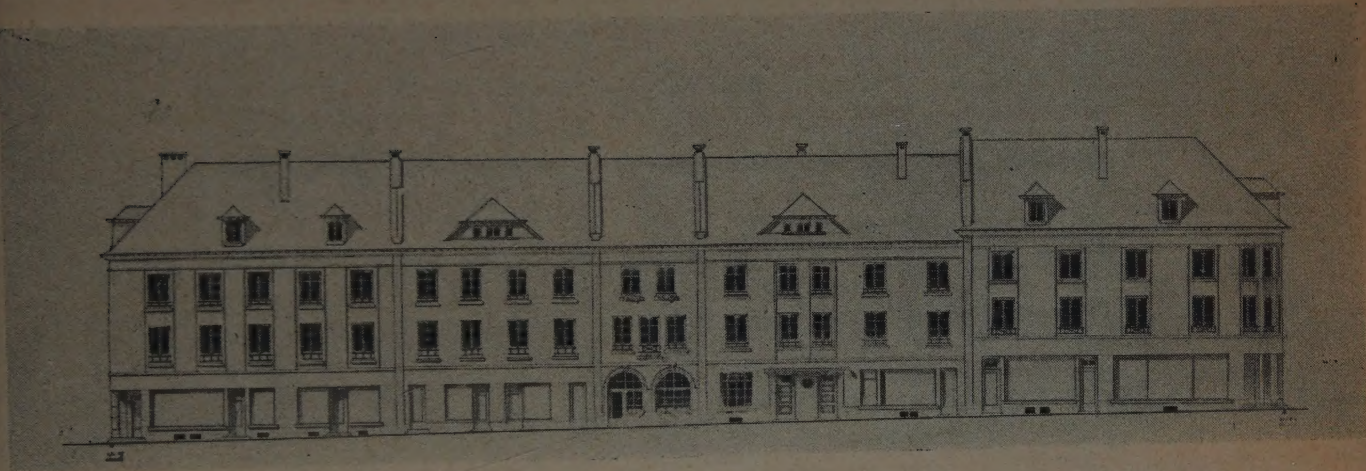
M. LOUCHEUR, Ministre des Régions libérées, répondait alors : « Sur les 600 000 maisons détruites ou très gravement endommagées, on a procédé à la réparation provisoire de 250 000 maisons mais l'on n'a pas pour ainsi dire commencé la reconstruction des immeubles totalement détruits ».

Les premiers signes d'une amélioration ne sont apparus qu'en 1922, 1922-1948, dans les deux cas 4 ans après la Libération ; mais cette fois-ci il s'agit de dommages deux fois plus étendus affectant un pays affaibli par une deuxième guerre. Malgré ces circonstances, j'ai conscience que la reconstruction se fera mieux et plus vite qu'après l'autre guerre.

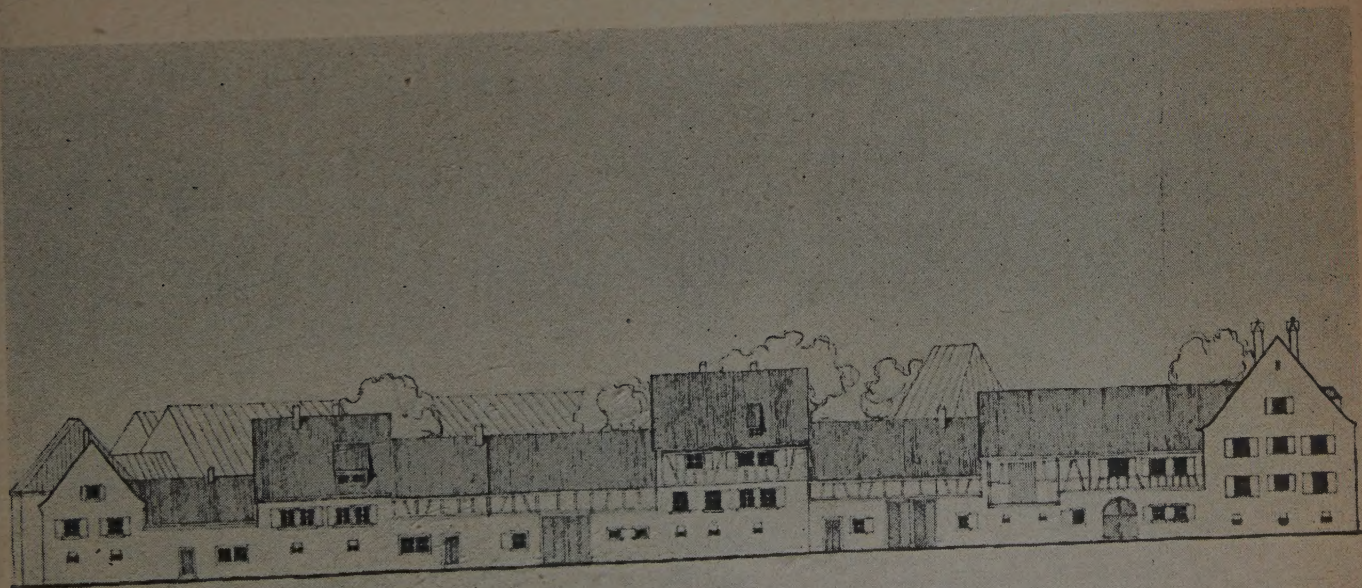




Vitry-le-François (Marne). L. AUBLET, architecte en chef.



Carignan (Ardennes). M. ZIMMERMANN, architecte en chef.



Sigolsheim (Haut-Rhin). STOSKOPF, architecte en chef.





Le Havre. Travée type projetée par le maître Auguste PERRET.



Le Havre. Futur front de mer par Auguste PERRET.



**ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS**

28, BOULEVARD RASPAIL, PARIS-VII<sup>e</sup>

---

# **THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL**

---

**Nouvelle série.**



# RÉPARTITION DES MATIÈRES DANS LES DIFFÉRENTES SÉRIES

## ARCHITECTURE ET URBANISME

Étude des besoins à satisfaire, le programme.  
La composition - L'esthétique - L'archéologie - Ouvrages liés directement à la vie de l'homme (Habitations, autres ouvrages).

## TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION

Procédés de construction - Préfabrication - Protection contre les phénomènes naturels, corrosion.

## THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL

Résistance des matériaux - Mécanique des fluides  
- Stabilité et Sécurité des constructions.

## ESSAIS ET MESURES

Essais des matériaux ou des structures en général en Laboratoires ou sur chantier - Machines d'essais.

## MATÉRIAUX (sauf agrégats et liants hydrauliques).

Métalliques - Naturels - Artificiels (sauf liants hydrauliques) - Organiques.

## LIANTS HYDRAULIQUES

Plâtres. Chaux. Liants à maçonner. Ciments.

## SOLS ET FONDATIONS

Minéralogie. Carrières - Géologie - Géo-technique (circulation des eaux, drainage, tenue des sols) - Infrastructure (stabilisation des sols, soutènement, fondations, etc.).

## GROS-ŒUVRE

Maçonnerie - Couverture - Étanchéité - Charpente en bois.

## BÉTON. BÉTON ARMÉ.

Agrégats - Mortiers - Béton ordinaire - Bétons spéciaux (hydrocarbures, à entraînement d'air) - Béton armé.

## BÉTON PRÉCONTRAINTE

## CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

Mise en œuvre, soudure, rivure et autres assemblages - Charpente métallique.

## TRAVAUX PUBLICS

Voies de communication et travaux à la mer - Voies terrestres - Navigation fluviale et maritime - Voies aériennes - Travaux hydrauliques - Captages - Terrassements - Travaux souterrains - Travaux sous l'eau - Alimentation en eau.

## ÉQUIPEMENT TECHNIQUE

Plomberie sanitaire - Eaux usées - Climatisation - Chauffage, combustibles - Conditionnement de l'air - Ventilation - Froid - Éclairage, installations électriques - Acoustique, insonorisation - Incendie - Danger aérien - Installations mécaniques (ascenseurs, éleveurs, escaliers mécaniques, tapis roulants).

## AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS

Peinture, vitrerie (travaux et produits de peinture) - Menuiserie, quincaillerie - Marbrerie - Revêtement staff - Panneaux en produits divers - Décoration - Enseignes et stands.

## MATÉRIEL DE CHANTIER

## DOCUMENTATION

Études générales - Documentation technique.

## QUESTIONS GÉNÉRALES

Questions juridiques - Questions économiques - Questions contractuelles - Questions diverses - Hygiène et sécurité des chantiers - Questions générales d'organisation (planning et coordination) - Industrialisation - Facteur humain - Normalisation - Contrôle.

## MANUEL DU BÉTON ARMÉ

## MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

## MANUEL DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE